

Aus dem Medizinischen Zentrum für Innere Medizin
der Philipps – Universität Marburg

Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. med. R. Arnold

Abteilung für Innere Medizin
Schwerpunkt Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. R. Arnold



Diagnostische und therapeutische Wertigkeit ultraschallgesteuerter Aspirations-
punktionen abdominaler und thorakaler Raumforderungen

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin der Philipps – Universität Marburg
vorgelegt von

Katharina Papatheodorou
aus Marl / Westfalen

Marburg 2004

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Philipps – Universität Marburg am 22.04.2004
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Dekan: Prof. Dr. med. B. Maisch
Referent: Prof. Dr. med. C. Görg
Korreferent: Prof. Dr. med. K.J. Klose

Diese Arbeit ist
meinen Eltern mit Liebe gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	PROBLEMDARSTELLUNG	1
1.2	ULTRASCHALL	3
1.2.1	<i>Physikalische Grundlagen</i>	<i>3</i>
1.2.2	<i>Nebenwirkungen</i>	<i>5</i>
1.3	PUNKTIONEN	7
1.3.1	<i>Punktionsarten</i>	<i>7</i>
1.3.2	<i>Punktionstechniken</i>	<i>11</i>
1.4	ULTRASCHALLGEZIELTE ASPIRATIONS-PUNKTIONEN	14
1.4.1	<i>Indikationen</i>	<i>14</i>
1.4.2	<i>Kontraindikationen</i>	<i>16</i>
1.4.3	<i>Komplikationen</i>	<i>16</i>
2	PATIENTEN UND METHODIK	20
2.1	PATIENTENGUT	20
2.1.1	<i>Auswahl</i>	<i>20</i>
2.1.2	<i>Patientenmerkmale</i>	<i>21</i>
2.2	METHODIK	23
2.2.1	<i>Datenmaterial</i>	<i>24</i>
2.2.2	<i>Durchführung und zytologische Auswertung der Aspirationspunktionen</i>	<i>25</i>
2.2.3	<i>Statistik</i>	<i>25</i>
3	ERGEBNISSE	27
3.1	AUSWERTUNG DER DIAGNOSTISCHEN ASPIRATIONS-PUNKTIONEN	28
3.1.1	<i>Materialgewinnung</i>	<i>28</i>
3.1.2	<i>Verteilung der Aspirationspunktionen auf die einzelnen Organe</i>	<i>31</i>
3.1.3	<i>Zytologieergebnisse der diagnostischen Aspirationspunktionen</i>	<i>39</i>
3.1.4	<i>Sensitivitäten und Spezifitäten ultraschallgezielter Aspirationspunktionen</i>	<i>40</i>
3.1.5	<i>Im Ultraschall gemessene Größen der einzelnen Raumforderungen</i>	<i>43</i>
3.1.6	<i>Komplikationen durch diagnostische Aspirationspunktionen</i>	<i>45</i>
3.2	AUSWERTUNG DER THERAPEUTISCHEN ASPIRATIONS-PUNKTIONEN	48
3.2.1	<i>Ergebnis der therapeutischen Aspirationspunktionen</i>	<i>49</i>
4	DISKUSSION	54
4.1	ULTRASCHALLGEZIELTE DIAGNOSTISCHE ASPIRATIONS-PUNKTIONEN	56
4.2	ULTRASCHALLGEZIELTE THERAPEUTISCHE ASPIRATIONS-PUNKTIONEN	68
5	ZUSAMMENFASSUNG	72
6	BILDANHANG	74

7	LITERATUR.....	80
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	87
9	TABELLENVERZEICHNIS.....	89
10	BILDVERZEICHNIS.....	92
	AKADEMISCHE LEHRER.....	94
	DANKSAGUNG.....	95

1 Einleitung

1.1 *Problemdarstellung*

Schon Hippokrates beschrieb den Unterschied zwischen sichtbaren und unsichtbaren Krankheiten und verdeutlichte die Vorteile, die sichtbare Krankheiten gegenüber nicht sichtbaren bei der Behandlung und Prognose aufweisen. Damals wurde die Diagnose innerer Krankheiten durch Betrachtung von Atemfrequenz, Stimmtiefe oder -höhe sowie Exkrementen und deren Farbe, Konsistenz und Geruch gestellt. Auch damals war es das Ziel, auf behutsamem Wege die Krankheit des Patienten bestimmen zu können (1). Seither ist es das Bestreben in der Medizin, schonende Möglichkeiten zu finden, das Innere des Körpers visuell darzustellen.

Mit der Einführung bildgebender Verfahren in der Medizin wie dem Röntgen, der Computertomographie, der Kernspintomographie und dem Ultraschall ist es möglich geworden, pathologische Formationen auch im Inneren des Körpers darzustellen. So können seitdem sowohl liquide als auch solide Prozesse, selbst bei kleinsten Größen zwischen 1 bis 2 cm, frühzeitig entdeckt und behandelt werden. Früher mussten Patienten oft komplikationsreich operiert oder laparoskopisch untersucht werden, damit eine endgültige Diagnose gestellt werden konnte (2,3). Trotz des Fortschrittes, den die Schnittbildverfahren bieten, reichen diese zusammen mit dem klinischen Erscheinungsbild oftmals nicht aus, um eine konkrete Aussage über die Krankheit machen zu können.

Zusätzlich erfolgt manchmal die feingewebliche Untersuchung der Raumforderung oder Gewebeveränderung, welche vorher mit Hilfe einer der oben genannten Methoden bildlich dargestellt worden ist. Das für die zytologische bzw. histologische Aufbereitung benötigte Material wird durch Fein- und/oder Grobnadelpunktion gewonnen. Die Risiken und Komplikationen solcher Punktionen, insbesondere der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen, sind gering (4,5).

Die Aufgabe dieser Arbeit war es zum einen, die Sensitivitäten und Spezifitäten bei der Erkennung maligner Prozesse sowie die Komplikationsrate der sonographisch gesteuerten Aspirationspunktionen, welche im Ultraschalllabor des Universitätsklinikums Marburg durchgeführt worden sind, mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen zu vergleichen.

Zum anderen war das Ziel aufzuzeigen, ob die im Ultraschalllabor des Universitätsklinikums Marburg erzielten Therapieergebnisse bei der ultraschallgezielten (repetitiven)

Aspirationspunktion von Abszessen, Pseudozysten oder Ergüssen den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen gleichen.

1.2 Ultraschall

1.2.1 Physikalische Grundlagen

Die Sonographie ist eine nicht schädliche, komplikationslose und präzise Form der bildgebenden Verfahren in der Medizin. Durch die Entdeckung des „piezoelektrischen Effektes“ der Brüder Curie im Jahre 1880 (6), welche die Umwandlung mechanischer in elektrische Energie durch Veränderung von Kristallen bei Einfluss von Wechselspannung beschreibt, war ein Grundstein für die Entwicklung der Sonographie gelegt, obwohl die Entdeckung der Brüder Curie viele Jahrzehnte unbeachtet blieb.

Schwingungen mit einer Frequenz von mehr als 20 kHz werden als Ultraschall bezeichnet. Sie liegen oberhalb der menschlichen Hörschwelle. Mit Hilfe des umgekehrten piezoelektrischen Effektes werden sie zum Sichtbarmachen von Körperstrukturen mit unterschiedlicher Dichte verwendet. Der Schallkopf sendet Schallwellen von ca. 1 Mikrosekunde Dauer in den Körper (Impuls), die sich als Longitudinalwellen im Gewebe ausbreiten und an Grenzflächen zweier Gewebe teilweise absorbiert, gestreut und/oder reflektiert werden. Die vom Schallkopf zurück empfangenen reflektierten mechanischen Schallwellen (Echos) werden in elektrische Impulse umgewandelt. Der Schallkopf hat die Funktion des Senders und Empfängers. Dieses Prinzip ist als Impuls-Echo-Verfahren bekannt, nach dem heute alle Ultraschallgeräte arbeiten. Zur Darstellung der elektrischen Impulse, die durch die zurückgeworfenen mechanischen Echos entstanden sind, gibt es diverse Möglichkeiten:

Das A-Mode-Bildverfahren (A-Scan; A=Amplitude) gilt als die einfachste Darstellungsmethode, da die elektrischen Impulse mit Hilfe eines Oszilloskopes auf einer Geraden dargestellt werden. Die auf dem Oszilloskop sichtbaren Amplituden stellen die Laufzeit der Schallwellen im Gewebe dar. Die Tiefe bestimmter Strukturen bzw. Grenzflächen im Körper werden anhand der Entfernung der einzelnen Amplituden voneinander bestimmt. Das A-Scan Verfahren findet meist in der Ophthalmologie und der Oto-Rhino-Laryngologie Verwendung.

Die zweite Möglichkeit, die elektrischen Impulse darzustellen, ist das B-Mode-Bildverfahren (B-Scan; B= Brightness). Das Prinzip ist ähnlich dem des A-Mode Verfahrens, nur dass die erhaltenen Echos nicht als Amplituden, sondern als Helligkeitspunkte wiedergegeben werden. Durch die unterschiedlichen Helligkeiten lassen sich Rückschlüsse auf die Intensität des Echos ziehen. Die Intensität der Echos ist wiederum

abhängig von der Stärke der Reflexion, Absorption, Streuung, Brechung und Dämpfung, die die Ultraschallwellen im Gewebe erfahren.

Die dritte Art der Darstellung ist das M-Mode-Bildverfahren. Es entsteht, indem der Schallkopf unbewegt aufgesetzt wird und der B-Mode mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über den Monitor läuft. Dieses Verfahren wird in der Echokardiographie verwendet.

Je nachdem, mit welcher Geschwindigkeit sich der Schall im Gewebe ausbreitet, können tiefer oder oberflächlicher gelegene Strukturen dargestellt werden. (Tab. 1) Grundsätzlich gilt die Regel: Je höher die Frequenz, um so besser die Auflösung, um so geringer aber die Eindringtiefe (7).

Frequenz MHz	Auflösung		Abbildungstiefe mm
	axial	lateral	
	mm	mm	
3,5	1	2	160
5	0,6	1,2	100
7,5	0,4	0,8	50

Tab. 1: Richtwerte für Auflösung und Abbildungstiefen in Abhängigkeit von der Frequenz (7)

1.2.2 Nebenwirkungen

Mechanische, thermische und chemische Einflüsse können zu unerwünschten Nebenwirkungen des Ultraschalls führen.

Im Körper treffen die mechanischen Schallwellen auf akustische Grenzflächen. Die Energie, die bei diesem Vorgang frei wird, wird in thermische Energie umgewandelt. Chromosomenaberrationen und Genmutationen sind theoretisch mögliche Veränderungen an der DNA, die durch diese Wärmeentwicklung entstehen können. Unter Chromosomenaberrationen versteht man eine strukturelle oder numerische Veränderung einzelner Chromosomen.

Die Genmutation kann mit dem Verlust einer Base (Deletion), dem Austausch einer Base (Transition: Purinbase gegen Purinbase; Transversion: Pyrimidinbase gegen Pyrimidinbase) oder dem zusätzlichen Einfügen einer Base (Insertion) einhergehen.

Der Einfluß verschiedener Schallfrequenzen und –intensitäten wurde durch das Beschallen menschlichen Blutes und der anschließenden Chromosomenanalyse in Lymphozyten in einer umfangreichen Versuchsreihe untersucht. Das Ergebnis dieser Studie wies keine statistisch relevanten oder sichtbaren Chromosomenveränderungen auf. Des Weiteren wurde darauf hingewiesen, dass der Ultraschallsender bei der Versuchsreihe näher an dem Blut gewesen sei, als er bei einer diagnostischen Untersuchung eines Patienten gewesen wäre (8).

Ebenso wiesen weder in-vivo Untersuchungen an Chromosomen humaner Feten, die intrauterin beschallt und postpartal untersucht worden waren (9), noch Untersuchungen an Knochenmarkzellen von Hamstern (10) Chromosomenveränderungen auf.

Die Ultraschallwellen im Körper versetzen das Gewebe in Bewegung. Diese Schwingungen bewirken eine Massenverschiebung, die einen leichten Unterdruck erzeugen. Dieser Unterdruck und der nachfolgende Druckanstieg können ebenfalls Läsionen an den Chromosomen bewirken und Zellmembranen schädigen oder zerstören. Wechselwirkungen zwischen Ultraschallwellen und Gewebszellen können zu chemischen Veränderungen führen.

Bei der Frage der Schädigungsmöglichkeit durch die Sonographie muss unterschieden werden zwischen therapeutischem und diagnostischem Einsatz.

Der therapeutische Ultraschall findet zum Beispiel Anwendung im Bereich der Urologie zur Lithotripsie.

Die diagnostische Sonographie wird zur Darstellung z.B. parenchymatöser Organe genutzt, die dann im A- oder B-Scan Verfahren dargestellt werden.

Die Schallintensität in der Diagnostik ist limitiert auf weniger als 100 mW/cm². In der Therapie liegt sie bei Werten, die 1000 mal höher sind. In Diagramm 1 ist die Schädigungsgrenze für diagnostisch angewandten Ultraschall in Abhängigkeit von Intensität und Einwirkungsdauer des Schalls dargestellt (Abb. 1) (11).

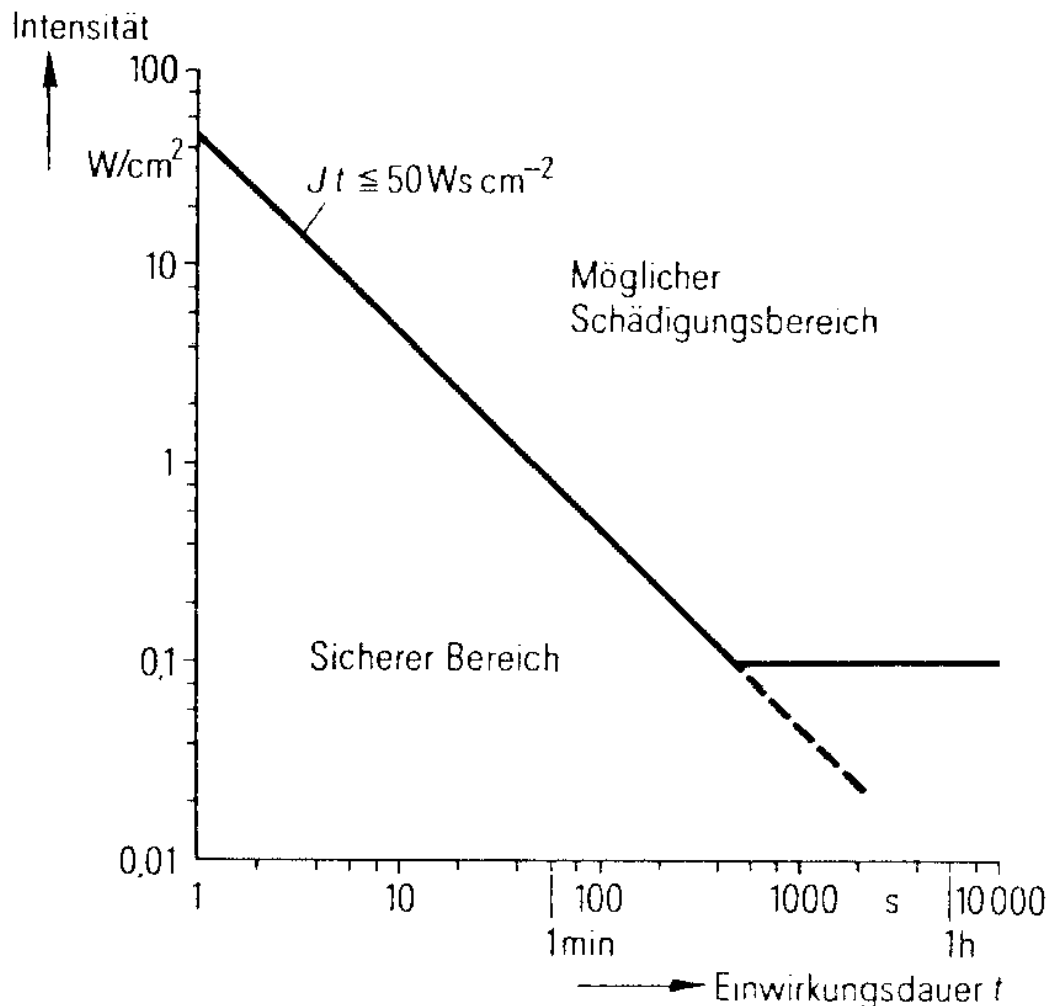


Abb. 1: Schädigungsgrenze für diagnostisch angewandten Ultraschall in Abhängigkeit von Intensität und Einwirkungsdauer. (11)

Wie in dem Abschnitt „Physikalische Grundlagen“ beschrieben wurde, beträgt die Impulsdauer 1 Mikrosekunde. Davon bleibt der Schall, bei einer Untersuchung nur etwa 100 ns im Gewebe, 900 ns benötigt der Transducer für den Empfang des ausgesandten Impulses. Eine Schädigung während der Diagnostik kann praktisch ausgeschlossen werden (12).

1.3 Punktionen

1.3.1 Punktionsarten

1.3.1.1 Aspirationspunktionen

Bei Aspirationspunktionen verwendet man Kanülen mit einem Innendurchmesser bis 1,2 mm (z.B. Chiba®-Nadeln, Abb. 2). Dieser wird in der Einheit Gauge angegeben, der Bereich für Feinnadeln liegt bei: 0,6 – 0,9 mm (23 – 20 G). Von Grobnadeln spricht man bei Innendurchmessern > 1 mm. Die Nadeln dienen der Gewinnung zytologischen und teilweise auch histologischen Materials. In Abbildung 1 ist eine Nadel des Typs Chiba® abgebildet. In den runden Fenstern sind die verschiedenen Spitzen der Kanüle dargestellt. Aufgrund ihrer Form wird die im unteren Kreis gezeigte Spitze im Ultraschall stärker reflektiert (Doppel-Reflex) als die obere. Zur Erleichterung der Einführung ins Gewebe sind beide Spitzen vorne abgeschrägt.

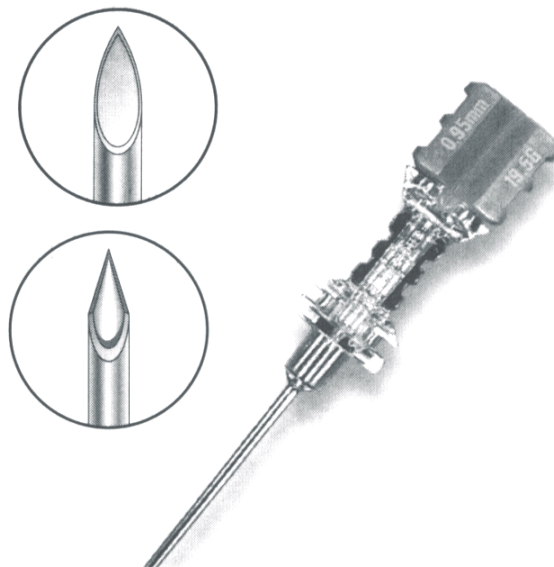


Abb. 2: Chiba-Biopsie-Nadel [angiomed® Bestellkatalog]

Bevor eine Punktion vorgenommen wird, misst man z.B. mit Hilfe des Ultraschalls aus, in welcher Tiefe sich die zu punktierende Raumforderung befindet. Anschließend wird an der Punktionsnadel die Länge der Nadel eingestellt, die benötigt wird um die pathologische Struktur zu erreichen. Dazu befindet sich ein verstellbarer Stopper an der Nadel, der an gewünschter Stelle fixiert wird (Bild 6 – Bildanhang). Die Nadel wird, je nach Punktionstechnik, soweit vorgeschoben, bis der Stopper entweder der Öffnung des Biopsieschallkopfes oder der Haut des Patienten direkt, aufliegt.

Der Punktionsvorgang gestaltet sich folgendermaßen (Bilder 1-12 - Bildanhang):

Die Punktionsnadel wird in die Raumforderung vorgeschoben und dort erfolgt eine Punktion unter Sog, so dass aus verschiedenen Bereichen der Läsion Material gewonnen werden kann. Unter Sog bedeutet, dass der Kolben der Spritze, die der Punktionsnadel aufsitzt, sobald sich die Spitze der Punktionsnadel in der pathologischen Formation befindet, zurückgezogen wird und somit ein Unterdruck (Sog) entsteht. Anschließend wird das gewonnene Punktat auf ein Deckglas gegeben und zur Auswertung an den Pathologen oder Zytologen weitergegeben.

1.3.1.2 Schneidbiopsien

Schneidbiopsien werden zur Gewinnung histologischen Materials benutzt.

Ihr Außendurchmesser variiert zwischen Werten unter 1 mm und 1,2 bis hin zu 2,1 mm. Biopsienadeln über 1 mm Außendurchmesser werden als Grobnadeln bezeichnet. Zu ihnen gehören unter anderem Menghini®-Nadeln. Die Kanüle für Schneidbiopsien hat nicht nur an der Spitze eine Öffnung, sondern zusätzlich im unteren Drittel eine Einkerbung (Abb. 3). Diese dient dem Herausschneiden bzw. Herausstanzen einer Gewebeprobe. Das gewonnene Material wird durch eine die Kanüle umgebende Hülle abgedeckt, sobald die Nadel zurückgezogen wird.



Abb. 3: Schneidbiopsie-Kanüle [Bestellkatalog von Gallini]

Der Punktionsvorgang stellt sich folgendermaßen dar:

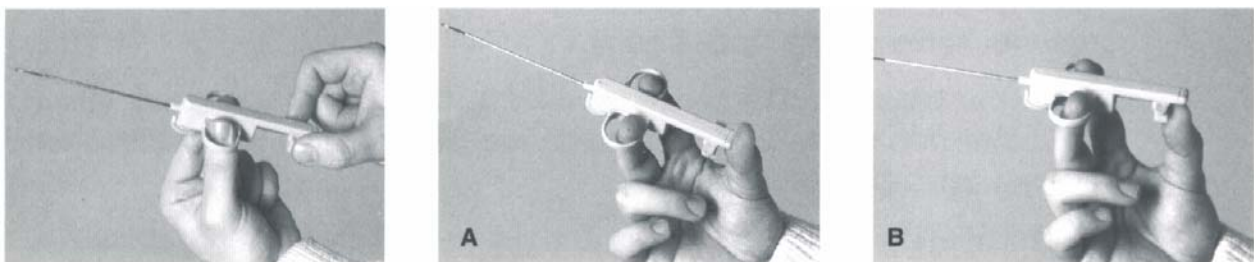


Abb. 4: Umgang mit einer Schneidbiopsie-Nadel [Bestellkatalog von Gallini]

Die Seitenflügel der Punktionsnadel werden zurück gezogen, bis die gewünschte Länge der Nadel (entsprechend der Punktionstiefe) erreicht ist.

- A: Der Daumen wird an der hinteren Seite des oberen Kolbens abgestützt. Die Nadel wird bis in die Nähe der Raumforderung vorgeschoben.
- B: Der Daumen wird auf den unteren Kolben gelegt und gedrückt, dadurch erreicht die Kanüle die Raumforderung. Nachdem eine Gewebeprobe entnommen worden ist, wird die Hülle der Kanüle über die Einkerbung geschoben, so dass das gewonnene Material geschützt herausgezogen werden kann.

1.3.1.3 Drainagepunktionen

Folgende Möglichkeiten, therapeutische Punktionen durchzuführen, sind bekannt und anhand von Pankreaspseudozysten in einer Beschreibung von Schwerk et al. verdeutlicht worden (Abb. 5) (13):

- a) Transhepatische Aspirationspunktion: Die Nadel wird nach der Punktion direkt wieder entfernt.
- b) Externe Katheterdrainage nach Seldinger-Technik: der Führungsdraht wird US-gesteuert in die Pseudozyste eingebracht unter Vermeidung der Passage innerer Organe
- c) Transgastrale externe Katheterdrainage

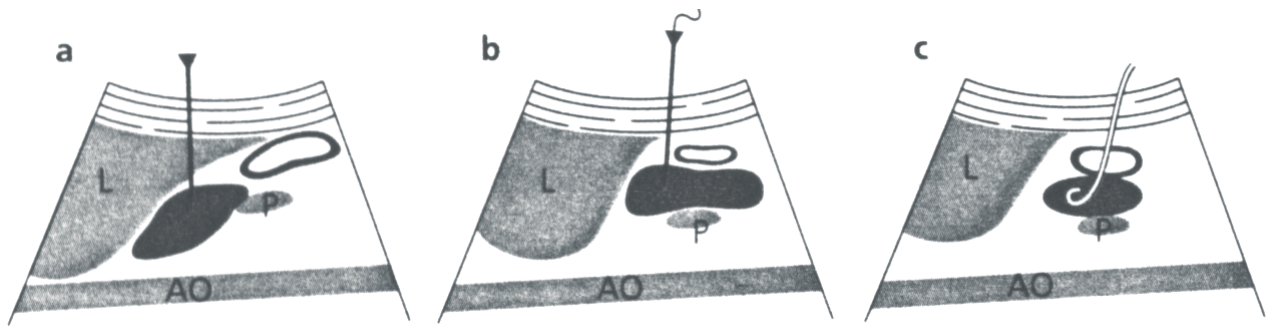


Abb. 5: Schematische Darstellung der ultraschallgesteuerten perkutanen externen Drainageverfahren von Pankreaspseudozysten (13);

AO: Aorta L: Leber P: Pankreas

Drainagepunktionen werden zur Katheterisierung zystischer Prozesse verwendet und gelten somit als therapeutische Punktionen. Hämatome, Abszesse, Zysten sowie Pseudozysten sind Beispiele solcher liquider Prozesse. Neben Drainagepunktionen gelten auch repetitiv durchgeführte Punktionen als therapeutische Punktionen. Durch die Punktionsnadel bzw. durch einen Katheter kann eine Entlastung vorgenommen werden oder aber Medikamente in die Raumforderung eingebracht werden.

Auf der einen Seite können Katheter mehrere Wochen im Körper belassen werden, um eine dauerhafte Drainage zu gewährleisten, auf der anderen Seite kann mit einer Punktionsnadel einmalig Material aspiriert werden oder ein Medikament gegeben werden.

1.3.2 Punktionstechniken

Drei verschiedene Techniken, Punktionen mit Ultraschall durchzuführen, sind bekannt:

1. Freihandpunktionen
2. Punktionen mit zentral kanalisiertem Punktionsschallkopf
3. Punktionen mit am Transducer arretierter Punktionsführung

1.3.2.1 Freihandpunktionen

Vor der Punktion wird die genaue Punktionsstelle auf der Haut des Patienten markiert. Diese Stelle wird folgendermaßen ermittelt: Die Raumforderung wird im Ultraschall dargestellt. Ein kleines Metallplättchen wird unter den Transducer geschoben, bis der Schallschatten direkt über der Läsion steht und sich mit ihr deckt. Diese Stelle wird markiert. In einer zweiten Ebene, die senkrecht zur ersten stehen sollte, wird dieses Verfahren wiederholt. Die Schnittstelle des entstandenen Kreuzes wird ebenfalls markiert und ist der Punkt, durch den die Punktionsnadel eingestochen wird. Erleichternd wird während der Punktion der Schallkopf neben die Punktionsnadel gebracht, sodass diese im 90° Winkel bis zur pathologischen Formation vorgebracht werden kann (Abb. 6) (14).

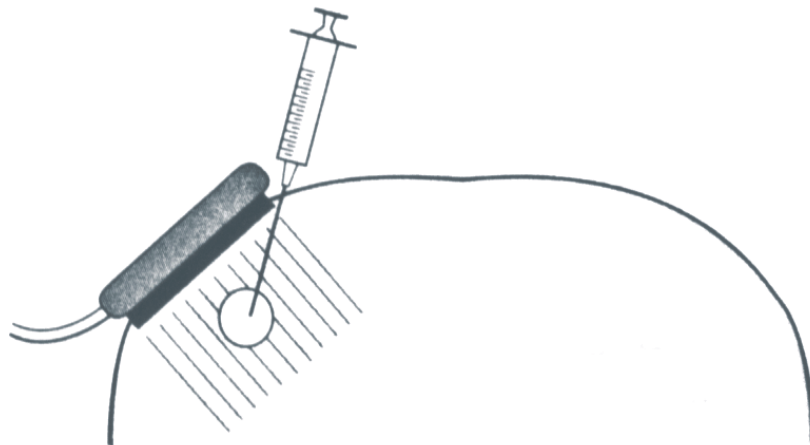


Abb. 6: Freihandpunktion (14)

Die Länge der Nadel, die bis zum Vorstoßen in die Raumforderung benötigt wird, wird entweder mit Hilfe eines Stoppers festgelegt oder die Nadel wird unter permanenter Sicht z.B. mittels Ultraschall soweit vorgeschoben, bis die Reflexion der Nadelspitze genau in der Raumforderung liegt.

1.3.2.2 Ultraschallgezielte Punktionen mit Linear-Scanner

Ultraschallgezielte Punktionen verlaufen unter permanenter Sicht und werden mit Hilfe eines Biopsie-Schallkopfes ausgeführt. Dabei kommen Linear- oder Sektor-Scanner als Schallköpfe zum Einsatz. Im Zentrum des Linearschallkopfes befindet sich eine Öffnung für die Punktionsnadel. Bevor die Punktionsnadel durch das zentrale Loch des Transducers in den Körper eingeführt wird, wird die Länge der Nadel, die bis zur Raumforderung benötigt wird, eingestellt. Dazu fixiert man den sich an der Nadel befindlichen Stopper an erforderlicher Längen- / Tiefeneinstellung. Die erforderliche Länge ist vorher mittels Ultraschallausmessung bestimmt worden. Der Schallkopf wird zur Darstellung der Raumforderung auf den Körper des Patienten aufgesetzt und dort bis zum Ende des Punktionsvorganges belassen, wodurch die Punktionsnadel während der gesamten Punktion optisch verfolgt werden kann. Durch die Punktionsöffnung wird die Biopsienadel bis zur gewünschten Stelle vorgeschoben und die Gewebeprobe entnommen bzw. bei liquiden Raumforderungen die Flüssigkeit aspiriert (Abb. 7) (14).

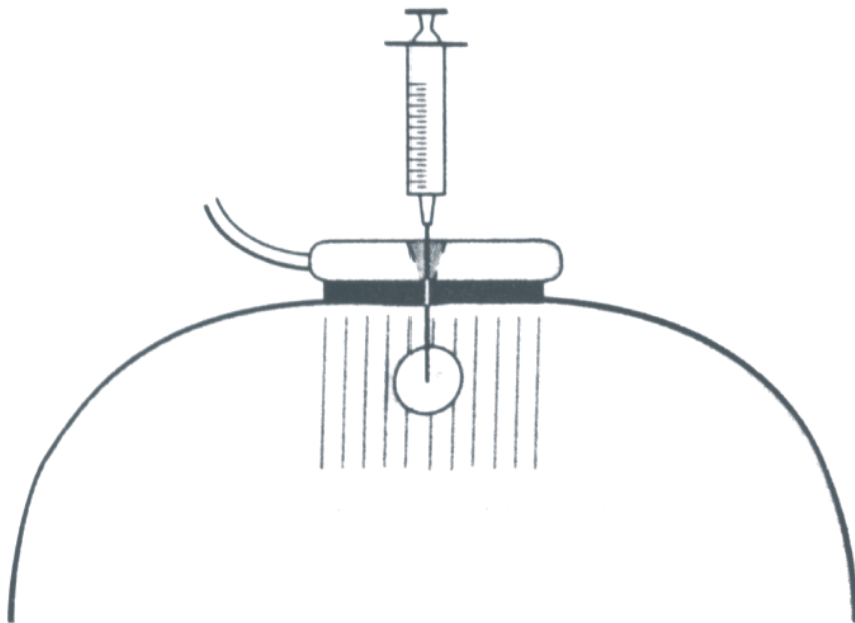


Abb. 7: Punktion mit zentral kanalisiertem Linear-Scanner (14)

1.3.2.3 Ultraschallgezielte Punktionen mit Sektor-Scanner

Die Sektor-Scanner, die zur Biopsie verwendet werden, haben kein zentrales Punktionsloch, sondern eine seitlich am Schallkopf befestigte Führungshilfe (Abb. 8) (14). Durch diese Führungsschiene wird die Biopsienadel bis zur Raumforderung vorgeschoben. Auch bei dieser Punktionstechnik handelt es sich um eine Punktion unter ständiger Sichtkontrolle. Um die richtige Punktionstiefe zu erreichen, wird die am Schallkopf befindliche Punktionsführung entsprechend verstellt.

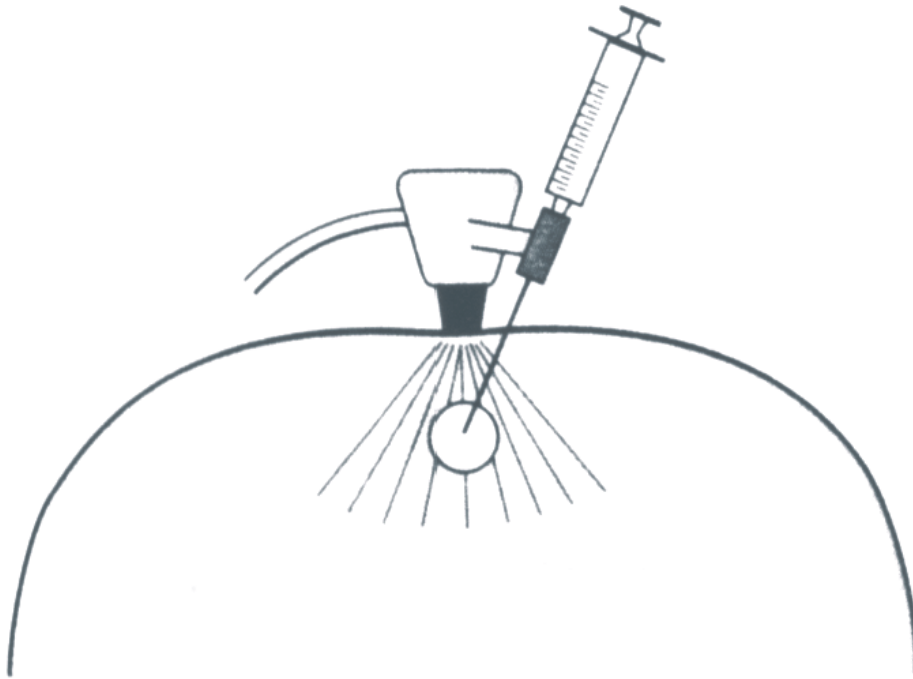


Abb. 8: Punktion mit am Transducer (Sektor-Scanner) arretierter Punktionsführung (14).

1.4 Ultraschallgezielte Aspirationspunktionen

1.4.1 Indikationen

Indikationen für ultraschallgezielte Aspirationspunktion können diagnostischer oder therapeutischer Art sein.

Ein großer Erfahrungsschatz und viel Übung sind erforderlich, wenn mit Hilfe des Ultraschalls pathologische Strukturen korrekt erkannt und beurteilt werden sollen. Diese Voraussetzungen sollten unter anderem gegeben sein, um eine erfolgreiche ultraschallgezielte Aspirationspunktion durchführen zu können (15). Durch die Mobilität eines Ultraschallgerätes sind diese Eingriffe nicht an einen Ort oder Raum gebunden. Es ist auch möglich, direkt am Krankenbett Punktionen vorzunehmen.

10 bis 30 Sekunden dauert ein Punktionsvorgang, die Gesamtuntersuchungsdauer beträgt ungefähr 15 Minuten (16).

1.4.1.1 Diagnostische Punktionen

Eine im Ultraschall dargestellte Raumforderung unklarer Dignität erfordert weitere Abklärung zur Artbestimmung und zur Beurteilung der Gut- oder Bösartigkeit (17). Diese erfolgt durch die Aspirationspunktion, die erst größere Anwendung findet, seit sie ultraschallgezielt an fast jedem Organ durchführbar ist (18).

Die in dieser Arbeit durchgeführten Pankreaspunktionen sind vorwiegend zur Erkennung eines Pankreaskarzinoms durchgeführt worden.

Die Hauptgründe, eine Aspirationspunktion der Leber durchzuführen, sind:

1. Zu klären, ob es sich bei einer auffälligen Struktur um einen bösartigen Prozess handelt oder um eine gutartige Veränderung.
2. Zur Differentialdiagnose gutartiger Tumoren wie Hämangiomen, Zysten, Adenomen, Abszessen oder fokaler Leberverfettung, sofern das Ergebnis der Zytologie oder Histologie Konsequenzen hat für die Therapie.
3. Zur Abklärung inhomogenen Gewebes.

Indikationen für Aspirationspunktionen von Schilddrüse, Lymphknoten, Retroperitoneum, Thorax und der intraabdominalen Organe sind meistens unklare sonographisch festgestellte Befunde, bei denen es um Dignitätsbestimmung auf möglichst minimal invasivem Wege geht. Bei Lymphomverdacht reicht eine Feinnadelpunktion nicht aus und eine Stanzbiopsie bzw. eine diagnostische Lymphknotenexzision ist notwendig. Das Abdomen wird im allgemeinen bei Aszites punktiert.

Die Milz wird nur mit Feinnadeln und die Leber mit Fein- und Grobnadeln punktiert werden. Prostatapunktionen können perineal oder transrektal durchgeführt werden und dienen zur Differenzierung eines Carcinoms oder einer benignen Prostatahyperplasie.

Im Rahmen einer therapeutischen Punktion eines Abszesses kann das Punktat Aufschluss über mögliche Erreger (Eiter) geben und somit auch von diagnostischem Wert sein.

1.4.1.2 Therapeutische Punktionen

Bei den therapeutischen Punktionen sind drei Hauptanwendungen aufzuführen (19):

1. Harnableitung bei Harnstauungsniere
 - a) Nephrostomie
 - b) suprapubische Zystostomie
2. Ableitung der Gallenflüssigkeit bei Verschlußikterus
3. Ableitung umschriebener Flüssigkeitsansammlungen
 - a) Sterile Flüssigkeitsansammlungen (z.B. Zyste, Aszites)
 - b) Potentiell infizierte Flüssigkeitsansammlungen (z.B. Abszeß, Pleuraempyem, Pankreaspseudozyste)

In dieser Arbeit werden therapeutische Punktionen der dritten Kategorie untersucht.

Eine weitere therapeutische Punktion ist die Alkoholinjektion in Metastasen oder Zysten um diese zu zerstören.

Ziel der therapeutischen Drainagen ist eine möglichst schnelle Behandlung der sterilen bzw. potentiell infizierten Läsionen und somit ist auch das Bestreben, die Drainagen rasch wieder zu entfernen. In der Regel nach 4-3 Wochen. Da neben der Drainage als weitere Behandlungsmöglichkeit eine mehrmalige Aspiration erfolgen kann, ist eine längere Drainage nur in Ausnahmefällen akzeptiert.

1.4.2 Kontraindikationen

Patienten, die marcumarisiert oder heparinisiert sind, sollten wegen erhöhter Blutungsgefahr nicht punktiert werden. In der Literatur gelten Blutplättchenwerte unter $40000/\text{mm}^3$ und/oder eine Prothrombinaktivität (Quick-Wert) unter 40% bei Patienten als Kontraindikation für Grobnadelpunktionen (1,2 - 1,4 mm Durchmesser) (20). Des Weiteren sollte eine Punktion unterlassen werden, wenn das anschließende histologische oder zytologische Ergebnis keinen entscheidenden Einfluss auf die Therapie haben wird.

1.4.3 Komplikationen

Die Grenzen der Aspirationspunktion werden meistens durch deren Komplikationen gesetzt. Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) teilt die Schweregrad der Komplikationen ein in leicht (keine Therapie nötig), schwer (Therapie erforderlich) und tödlich (22). Die Society of Cardiovascular & Interventional Radiology teilt die Komplikationen in sechs Stufen ein: 1. Keine Therapie, keine Konsequenz; 2. Minimale Therapie, Beobachtung; 3. Therapie, KH-Dauer < 48 h verlängert; 4. OP, ICU, KH-Dauer > 48 h verlängert; 5. Permanente Schäden; 6. Tod.

Kurz nach Einführung der ultraschallgezielten Aspirationspunktion wurden erste Fälle leichter Komplikationen beschrieben (21). Als sehr seltene Komplikation gilt die Pneumatis coli, die erstmalig im Rahmen einer Pankreaskopfpunktion aufgetreten war (23). Eine Abszessbildung nach Aspirationspunktion ist bei der Alkoholinjektion von Metastasen beschrieben worden (24).

Eine experimentelle Studie von Weiss 1989 hat gezeigt, dass schon nach Palpation eines tumorösen Organs die Tumorzellausschwemmung ansteigt, es wurde jedoch nicht beschrieben, dass diese Tumorzellausschwemmung zu manifesten Tumorneubildungen geführt hat. Somit kann es auch bei einer Aspirationspunktion zu einer Tumorzellausschwemmung kommen.

So wurde in der experimentellen Untersuchung von Weiss überprüft, wie sich die Tumorzellzahl im Blut und im Stichkanal nach Feinnadelbiopsie verändert und wie ihr Einfluß auf die Prognose ist (25). Dazu wurden zehn tumorös veränderte Nieren mit Eurocollinslösung® perfundiert, anschließend jeweils im Abstand von zehn Minuten palpiert, punktiert und grobnadelpunktiert.

In dem Stichkanal sind zwischen 1 und 200 Tumorzellen nachgewiesen worden. Bei eventueller Abwehrschwäche des punktierten Körpers können durch eine unbestimmte Anzahl an Tumorzellen Stichkanalmetastasierungen nicht ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse des Tumorzellennachweises im Perfusat sind in Form einer Rangsummenkurve (= berichtigte Mittelwertkurve der Einzelwerte) dargestellt worden (Abb. 9). Die Kurve verdeutlicht eine gemittelte Zellzunahme im Blut nach Palpation, etwas weniger nach Feinnadelbiopsie und ein wenig verzögert nach Menghini®-Punktion (Grob-nadelpunktion).

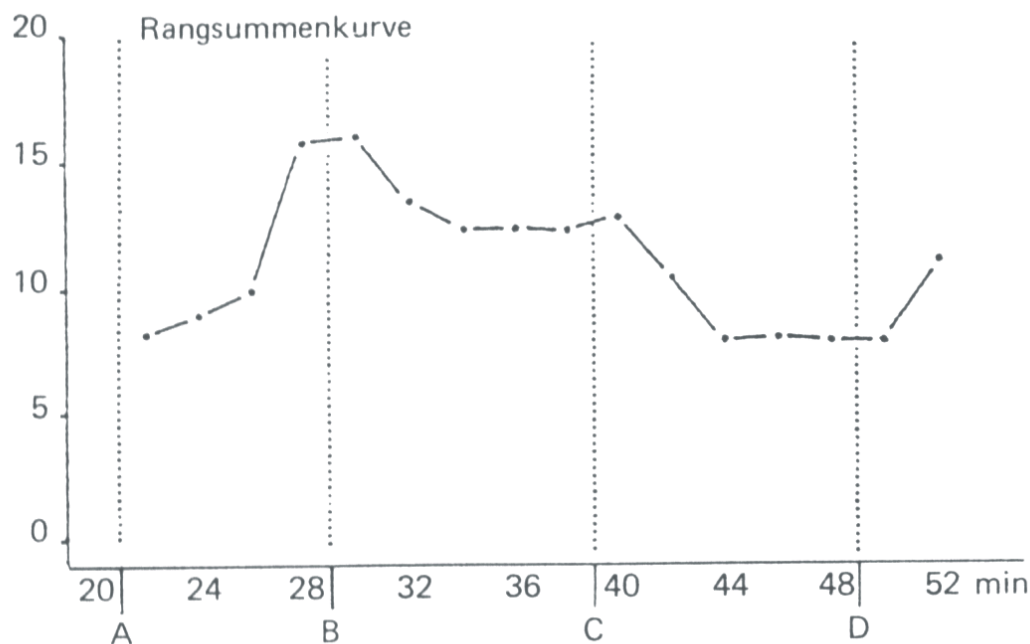


Abb. 9: Veränderung der Anzahl von Tumorzellen im Perfusat nach Anschluß der Niere an das Pumpsystem (A), Palpation (B), Feinnadelpunktion (C) und Menghini-Punktion (D) in Form einer Rangsummenkurve (25).

Weiss zeigte in der Studie ferner auf, daß die Entstehung von Metastasen nicht nur durch die Tumorzellzahl, sondern auch von der Abwehrlage des Organismus des Patienten abhängig ist, da bei Tumorkranken auch spontan Tumorzellen auftreten.

Fälle von Stichkanalmetastasierung wurden von mehreren Autoren berichtet (Tab. 2). Bei den in der Literatur beschriebenen Fällen von Stichkanalmetastasierung mit anschließender Tumorneubildung handelte es sich jeweils um Patienten, deren Immunsystem schon stark geschwächt war. Das intakte bzw. nur leicht geschwächte Immunsystem eines Patienten zerstört eventuelle Tumorzellen im Stichkanal problemlos.

Autoren	punktiertes Organ	Befund	Metastase	Latenzzeit
Caturelli E et al. (26) (1985)	Pankreas	Adenokarzinom	Peritoneum (parietales Blatt)	2 Monate
Fröhlich E et al. (27) (1986)	Pankreas	Adenokarzinom	Cutis	2 Monate
Smith FP et al. (28) (1980)	Pankreas (Nadelgröße nicht angegeben)	Adenokarzinom	Cutis	3 Monate
Ferrucci JT et al. (29) (1979)	Pankreas	Adenokarzinom	Subcutis	3 Monate
Habscheid W (30) (1987)	Pankreas	Karzinom	Cutis	5 Monate
Hamazaki K et al. (31) (1995)	Leber	HCC	Thorakoabdominalwand	3 Jahre 7 Monate
Bergenfeldt M et al. (32) (1988)	Pankreas	Adenokarzinom	Subcutis	3 Monate
Habscheid W et al. (33) (1990)	Nebenniere	Adenokarzinom	Cutis	5 Monate

Tab. 2: Stichkanalmetastasen nach Aspirationspunktion – Literaturübersicht

Auch tödliche Komplikationen wurden von mehreren Autoren beschrieben (Tab. 3).

Autoren	punktiertes Organ	Befund	Komplikation
Edoute Y et al. (34) (1992)	Leber	Metastasen	Hämoperitoneum
Drinkovic I, Brkljacic B (35) (1996)	Leber	Angiosarkom	Abdominalblutung, hämorrhagischer Schock
	Leber	HCC	Abdominalblutung
Weiss H et al. (36) (1988)	Leber	primäres Leberzellkarzi- nom bei Leberzirrhose	intraperitoneale Blutung, protra- hierter Schock
Evans WK et al. (37) (1981)	Pankreas	nekrotisierende Pankrea- titis	Peritonitis

Tab. 3: Tödliche Komplikationen nach Aspirationspunktion – Literaturübersicht

Insgesamt gilt die ultraschallgezielte Aspirationspunktion bei strenger Indikationsstellung jedoch als sichere und komplikationsarme Methode (26,29,30).

2 Patienten und Methodik

2.1 Patientengut

2.1.1 Auswahl

Es wurden Daten von 537 Patienten ausgewertet, bei denen in den Jahren 1992 – 1996 in dem Ultraschalllabor des Klinikums der Philipps – Universität Marburg, in thorakalen und abdominalen Regionen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken Aspirationspunktionen erfolgt waren.

Die Punktionen waren bei Patienten durchgeführt worden, bei denen im Ultraschall solide oder liquide Raumforderungen festgestellt worden waren, die näherer Abklärung bedurften. Anhand der Untersuchungsdokumentation im Ultraschall-Labor sind die Ultraschall- und Klinikakten derjenigen Patienten angefordert und ausgearbeitet worden, bei denen, laut Dokumentation im Ultraschall-Labor, eine diagnostische und/oder therapeutische Aspirationspunktion durchgeführt worden ist. Die zytologischen Auswertungen erfolgten im Pathologischen Institut des Klinikums der Philipps-Universität Marburg. Punktiert worden sind Leber, Pankreas, Schilddrüse, Lymphknoten, Thorax, Retroperitoneum, Bauchdecke, Gastrointestinaltrakt und Milz.

Bei diesen Patienten sind insgesamt 672 Aspirationspunktionen durchgeführt worden. Wegen fehlenden Materials konnten 37 Aspirationspunktionen nicht ausgewertet werden. Lediglich 499 diagnostische und 136 therapeutische Aspirationspunktionen konnten endgültig ausgewertet werden.

2.1.2 Patientenmerkmale

Nachfolgend sind allgemeine Charakteristika der 537 punktierten Patienten aufgeführt:

Alter der Patienten:

Fasst man diagnostisch und therapeutisch punktierte Personen zusammen, so zeigt sich, daß die meisten Patienten zwischen 51 und 70 Jahre alt waren.

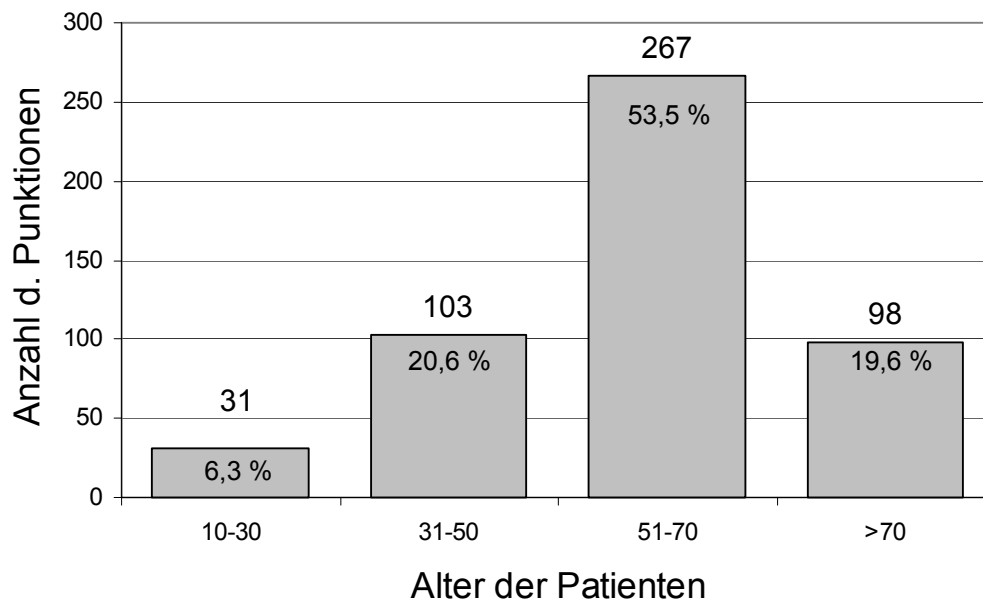


Abb. 10: Altersverteilung aller punktierten Patienten und Häufigkeit der Punktionen in verschiedenen Altersstufen.

Patienten, bei denen eine *diagnostische* Aspirationspunktion durchgeführt worden ist:

Die älteste Patientin wurde im Alter von 86 Jahren wegen des Verdachts auf ein Mamma-Carcinom punktiert.

Die jüngste Patientin wurde zur Abklärung einer Hepatomegalie im Alter von einem Jahr punktiert. Der Mittelwert betrug $\mu=58$ Jahre und die Standardabweichung $\sigma=15$ Jahre.

Patienten, bei denen eine *therapeutische* Aspirationspunktion durchgeführt worden ist:

Der älteste Patient ist im Alter von 79 Jahren wegen eines Pleuraempyems punktiert worden.

Die jüngste Patientin ist im Alter von 27 Jahren wegen einer Pankreaspseudozyste punktiert worden. Der Mittelwert betrug $\mu=57$ Jahre und die Standardabweichung $\sigma=14$ Jahre.

Geschlecht der Patienten:

	Weibliche Patienten	Männliche Patienten	Patienten insgesamt
Diagnostische Aspirationspunktion	218 (47 %)	250 (53 %)	468 (100 %)
Therapeutische Aspirationspunktion	26 (38 %)	43 (62 %)	69 (100 %)

Tab. 4: Geschlechterverteilung der Patienten (n=537), bei denen diagnostische bzw. therapeutische Aspirationspunktionen durchgeführt worden sind.

2.2 Methodik

In dieser Studie sind Daten ausgewertet worden, die durch ultraschallgezielte Aspirationspunktion am Klinikum der Philipps-Universität Marburg gewonnen wurden.

Zur Durchführung der Ultraschalluntersuchungen wurde das Ultraschallgerät Picker International LSC 7000 verwendet worden.

Benötigte Materialien zur Durchführung einer ultraschallgezielten Aspirationspunktion und anschließender Aufbewahrung des gewonnenen Punktionsmaterials sind ein Lokalanästhetikum wie z.B. Ultracain® 1%, Objektträger sowie Eppendorf®-Tubes (Bild 1). Des weiteren benötigt man ein Spray zur Hautdesinfektion, sterile Kompressen, Pflastermaterial und einen Sandsack (Materialien im Bild nicht sichtbar).

Für Punktionen im abdominellen Bereich ist ein Picker International 3,5 Biopsy Linear-scanner (Bild 2) und für Punktionen im Halsbereich ein Picker Technik EZU-PO4 Schilddrüsenschallkopf benutzt worden. Bei den Aspirationspunktionen sind 21 G Autovac-Biopsiekanülen (Bild 6) verwendet worden.

Zur Vorbereitung der ultraschallgezielten Punktion wird zunächst mit dem Ultraschallkopf die genaue Lokalisation und Tiefe des zu punktierenden Areals eingestellt und ausgemessen (Bild 3). Anschließend wird die Punktionsstelle markiert (Bild 4) und das Lokalanästhetikum gesetzt (Bild 5). Als weiterer Vorbereitungsschritt wird an der Punktionsnadel die Länge der Nadel eingestellt, die benötigt wird um die pathologische Struktur zu erreichen. Dazu befindet sich ein verstellbarer Stopper an der Nadel, der an gewünschter Stelle fixiert wird (Bild 6). Die zu punktierende Raumforderung wird nun mit dem Punktionschallkopf eingestellt (Bild 7) und die Punktionsnadel wird durch den im Schallkopf befindlichen Punktionskanal soweit vorgeschoben, bis der Stopper der Punktionsnadel der Öffnung des Biopsieschallkopfes direkt aufliegt (Bild 8) und die Spitze der Punktionsnadel somit direkt in der Raumforderung liegt (Bild 10). Die Aspiration wird durchgeführt (Bild 9).

2.2.1 Datenmaterial

Die in dieser Arbeit untersuchten Daten sind aus den Ultraschallakten und Klinischen Akten der jeweils punktierten Patienten ermittelt worden.

Zur Auswertung der diagnostischen Punktionen wurden folgende Daten erhoben:

1. Aspirationspunktionsort
2. Materialgewinnung
 - a.) Direkt durch die erste Aspirationspunktion
 - b.) Durch Aspirationspunktionswiederholungen
3. Zytologieergebnisse
4. Größe der Raumforderung
5. Komplikationsart und -häufigkeit
 - a.) leicht (keine Therapie nötig; kleinere Blutungen, leichte Schmerzen, ...)
 - b.) schwer (Therapie erforderlich; größere Blutungen, Infektionen, ...)
 - c.) tödlich
6. Sensitivität und Spezifität der Methode bei der Dignitätsbestimmung

Zur Auswertung der therapeutischen Punktionen wurden folgende Daten erhoben:

1. Aspirationspunktionsort
2. Punktionsergebnisse
3. Anzahl der Punktionen
 - pro Abszeß
 - pro Pseudozyste
 - pro Pleuraempyem
4. Komplikationen
5. Größenverteilung der
 - Leber- und Milzabszesse
 - Pankreaspseudozysten
 - Pleuraempyeme

2.2.2 Durchführung und zytologische Auswertung der Aspirationspunktionen

Die in dieser Arbeit ausgewerteten Aspirationspunktionen sind von Fachärzten der Abteilung Innere Medizin des Klinikums der Philipps-Universität Marburg durchgeführt worden mit über 10-jähriger Punktionserfahrung.

Die zytologischen Auswertungen erfolgten im pathologischen Institut des Klinikums der Philipps-Universität Marburg.

2.2.3 Statistik

Sensitivität und Spezifität (38):

Die Berechnung der Sensitivität und Spezifität zur Beurteilung der Methode der ultraschallgezielten Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse erfolgte nach folgenden Formeln:

Sensitivität:

$$\frac{RP}{RP + FN}$$

Spezifität:

$$\frac{RN}{RN + FP}$$

RP= richtig positiv FP=falsch positiv RN=richtig negativ FN=falsch negativ

Sensitivität und Spezifität sind Gütekriterien eines diagnostischen Tests. Unter Sensitivität versteht man den Prozentsatz richtiger, positiver Ergebnisse eines Testverfahrens beim Vorhandensein der gesuchten Krankheit, d.h. werden von 100 Erkrankten 90 mittels des Verfahrens erkannt, so hat das Verfahren eine Sensitivität von 90%. Die restlichen 10% sind sogenannte falsch-negative. Unter Spezifität eines solchen Tests versteht man den Prozentsatz von negativen Ergebnissen z.B. „kein Befund“, die man für nicht von dieser Krankheit Betroffenen erhält.

In unserer Studie ist die Rede von Erstpunktionen und Wiederholungspunktionen. Für die statistische Auswertung der Aspirationspunktionen spielt diese Unterteilung keine Rolle, da jede Punktion unabhängig voneinander erfolgt. So bedeutet eine nicht erfolgreiche Erstpunktion nicht, dass dieses Ergebnis Einfluss auf die Wiederholungspunktion hat.

Als „richtig positiv“ wurde eine Punktion gewertet, wenn die Auswertung des punktierten Materials positiv (=maligner Prozess) war und sich dieser Befund in der klinischen Verlaufskontrolle bestätigt hat.

Als „richtig negativ“ wurde eine Punktion gewertet, wenn die Auswertung des punktierten Materials negativ (=gutartiger Prozess) war und sich dieser Befund in der klinischen Verlaufskontrolle bestätigt hat.

Als „falsch negativ“ wurde eine Punktion gewertet, wenn die Auswertung des punktierten Materials negativ (=gutartiger Prozess) war, Klinik und Laborbefunde jedoch einen malignen Prozess vermuten ließen und dies schließlich durch die klinische Verlaufskontrolle bestätigt wurde.

Als „falsch positiv“ wurde eine Punktion gewertet, wenn die Auswertung des punktierten Materials positiv (=maligner Prozess) war dies jedoch in der klinischen Verlaufskontrolle nicht bestätigt wurde.

Die „klinische Verlaufskontrolle“, welche zu der Einteilung in falsch/richtig positiv/negativ geführt hat, wurde anhand der retrospektiven Auswertung der Ultraschall- und Klinischen Akten der Patienten ermittelt.

Konfidenzintervall (38):

Um angeben zu können, mit welcher Genauigkeit eine Sensitivität bzw. Spezifität für einen Anteil geschätzt wird, errechnet man das Konfidenzintervall.

$$K = \text{Sensitivität} \pm 1,96 * \sqrt{\frac{\text{Sensitivität} * (1 - \text{Sensitivität})}{n}}$$

$$n = \text{RP} + \text{FN}$$

$$K = \text{Spezifität} \pm 1,96 * \sqrt{\frac{\text{Spezifität} * (1 - \text{Spezifität})}{n}}$$

$$n = \text{RN} + \text{FP}$$

3 Ergebnisse

In dieser Studie konnten Daten von 635 Punktionen retrospektiv beurteilt werden. Der Anteil der diagnostischen Aspirationspunktionen beträgt 499, was mit 79 % den Hauptteil ausmacht. Der geringere Teil ist mit 136 (21 %) den therapeutischen Aspirationspunktionen zuzuteilen.

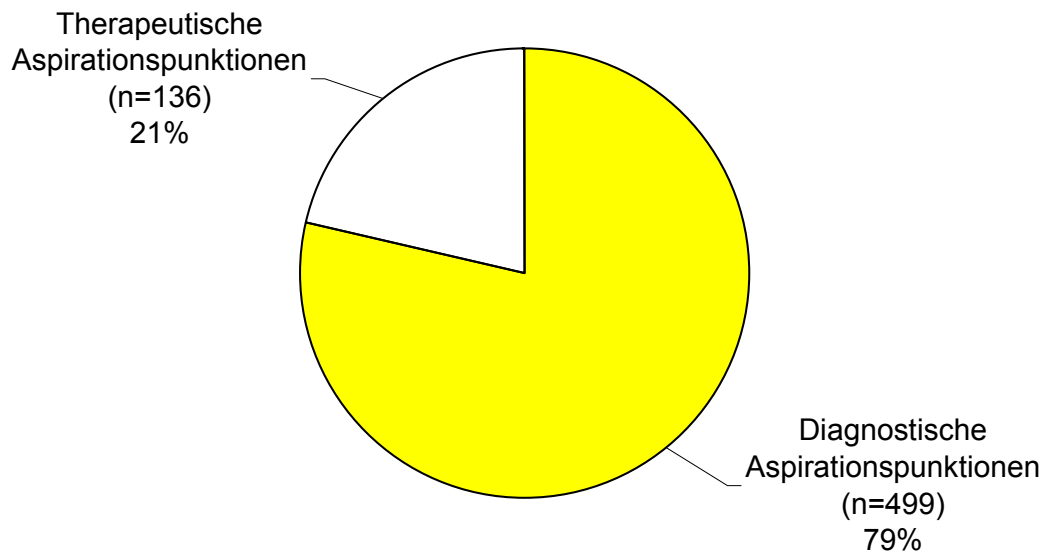


Abb. 11: Anteil der diagnostischen (n=499) und therapeutischen (n=136) Aspirationspunktionen an den Gesamtpunktionen (n=635).

In dem ersten Teil der Studie werden die diagnostischen Aspirationspunktionen ausgewertet. Der zweite Teil umfasst die therapeutischen Aspirationspunktionen.

3.1 Auswertung der diagnostischen Aspirationspunktionen

In dieser Studie sind die Daten aus insgesamt 499 diagnostischen Aspirationspunktionen ausgewertet worden. Die Untersuchung des Datenmaterials hat ergeben, dass es sowohl bei den malignen wie benignen Prozessen eine breite Streuung der Ergebnisse gab. Für diese Studie ist das Ergebnis der Aspirationspunktion (erfolgreich / nicht erfolgreich) ausschlaggebend.

In dem untersuchten Patientengut wurde mit 53% am häufigsten die Leber und mit 5% am seltensten die Lymphknoten punktiert (Abb. 12).

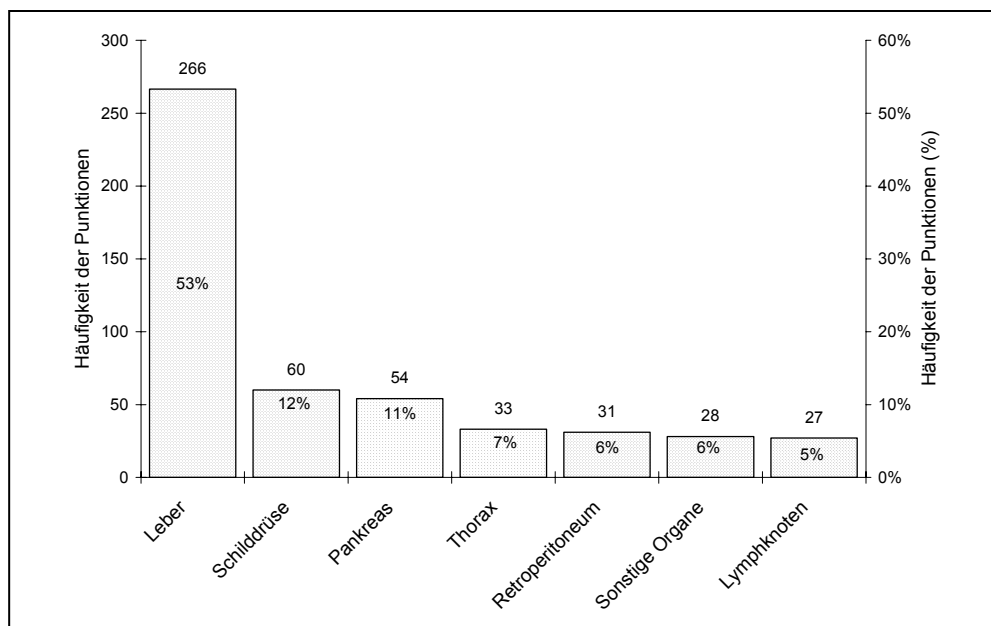


Abb. 12: Häufigkeit der durchgeführten Aspirationspunktionen bezogen auf einzelne Organe (n=499).

(Sonstige Organe: Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase, Weichteile)

3.1.1 Materialgewinnung

Zur Abklärung einer im Ultraschall festgestellten Raumforderung ist bei jedem Organ eine Aspirationspunktion durchgeführt worden. Bei einigen Aspirationspunktionen konnte durch eine einmalige Punktion keine Diagnose gestellt werden. Um das zur weiteren Abklärung erforderliche Material dennoch zu erhalten, wurden je nach Ursache der ersten Fehlpunktion entweder die Punktion wiederholt, oder eine Schneidbiopsie durchgeführt. In sehr seltenen Fällen wurden die Patienten für eine Operation vorgesehen (Abb. 13, Tab. 5).

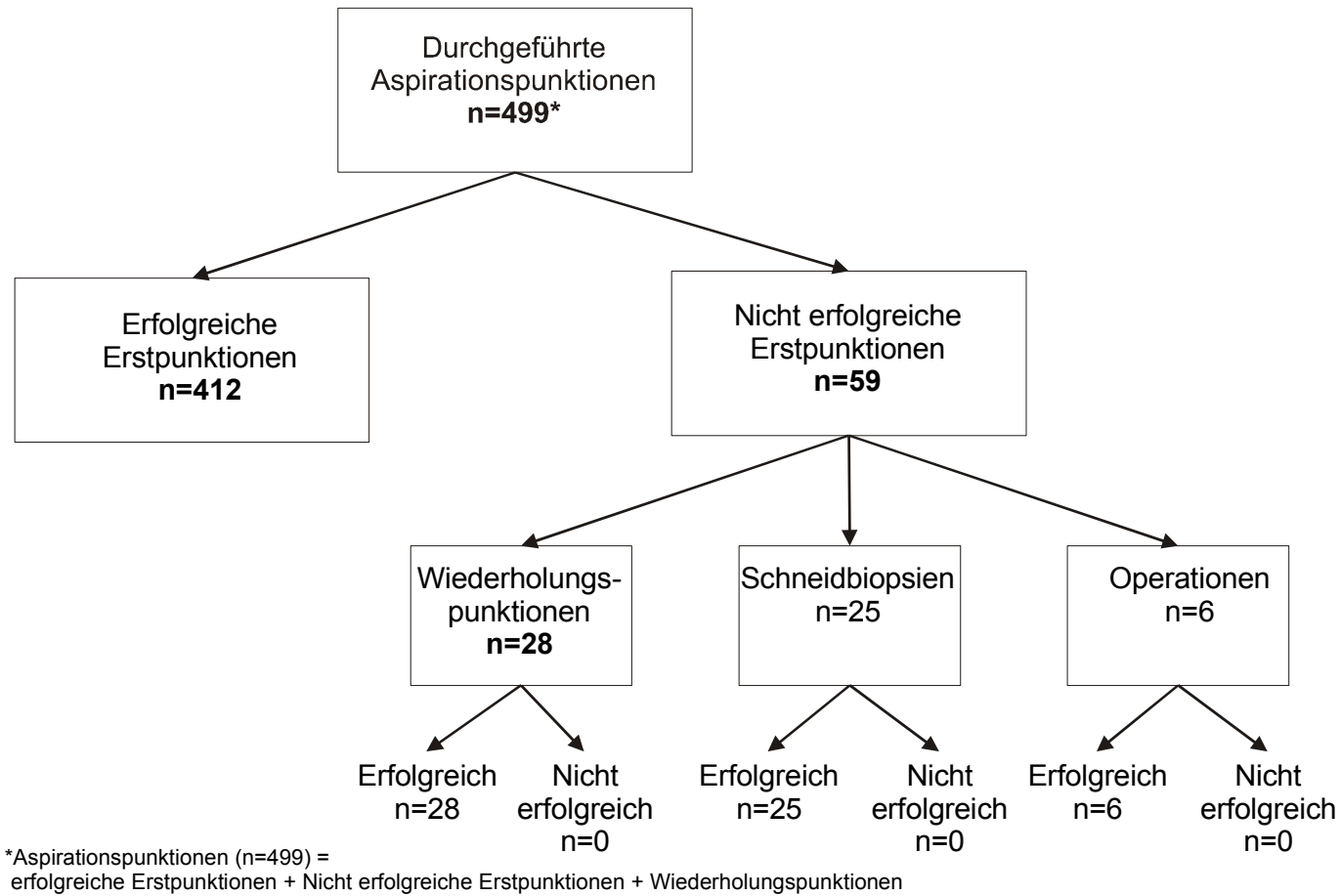


Abb. 13: Aufteilung der durchgeführten Aspirationspunktionen (n=499) sowie Darstellung weiterführender diagnostischer Maßnahmen.

Organe (n=499)	Erfolgreiche Erstpunktion (n=412)	Nicht erfolgreiche Erstpunktion (n=59)	Erfolgreiche Wiederholungspunktion (n=28)
Leber 266 (100%)	220 (83%)	30 (11%)	16 (6%)
Pankreas 54 (100%)	48 (88%)	3 (6%)	3 (6%)
Schilddrüse 60 (100%)	57 (94%)	2 (4%)	1 (2%)
Lymphknoten 27 (100%)	15 (55%)	8 (30%)	4 (15%)
Thorax 33 (100%)	23 (70%)	9 (27%)	1 (3%)
Retroperitoneum 31 (100%)	28 (91%)	2 (6%)	1 (3%)
Sonstige Organe 28 (100%)	21 (75%)	5 (18%)	2 (7%)

Tab. 5: Verteilung der erfolgreichen und nicht erfolgreichen Aspirationspunktionen auf die einzelnen Organe.
Sonstige Organe: Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase und Weichteile.

3.1.2 Verteilung der Aspirationspunktionen auf die einzelnen Organe

Die Abb. 15-Abb. 21 zeigen die Verteilung der „erfolgreichen und nicht erfolgreichen Aspirationspunktionen“ bezogen auf die jeweils punktierten Organe.

Die (Abb. 14) zeigt die Gesamtverteilung bei allen punktierten Organen. Von den 499 (100%) Gesamtpunktionen waren 440 (88%) nach einmaliger Aspirationspunktion erfolgreich, d.h. das Ergebnis war verwendbar um eine weitere Therapie planen zu können. In 59 (12%) Fällen waren die Punktionen nicht erfolgreich und es musste 28 (6%) Mal eine Wiederholungspunktion, 25 (5%) Mal eine Schneidbiopsie und 6 (1%) Mal eine Operation durchgeführt werden um eine endgültige Diagnose zu erlangen.

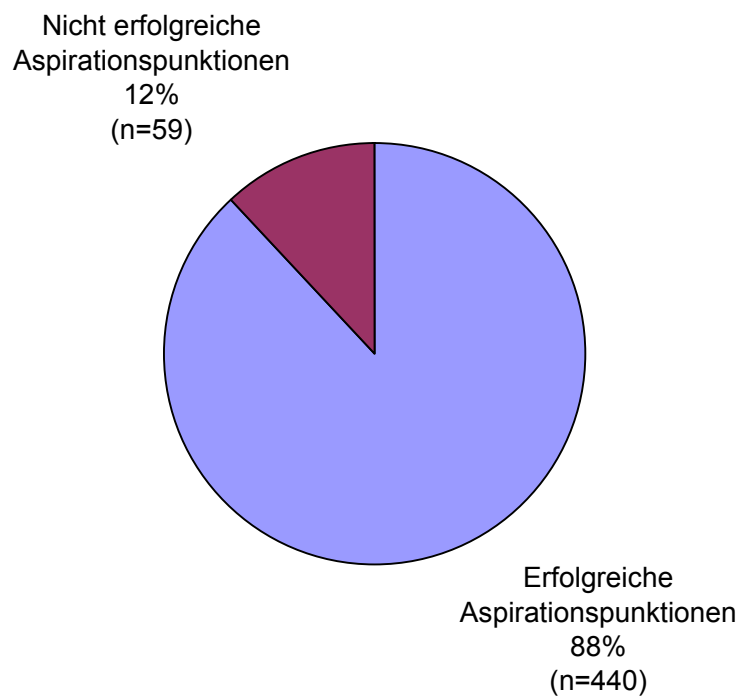


Abb. 14: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf alle punktierten Organe (n= 499).

3.1.2.1 Leber

Bei insgesamt 266 (100%) durchgeführten Aspirationspunktionen der Leber waren die Punktionen in 89% (n=236) erfolgreich, sodass ein adäquates therapeutisches Vorgehen geplant werden konnte. Das Ergebnis von 30 (11%) Punktionen konnte keine eindeutige Aussage über die Dignität der punktierten Raumforderung machen. Weitere Maßnahmen zur Diagnostik wie Wiederholungspunktion und Schneidbiopsien sind notwendig gewesen. Als Ursache für die erfolglosen Punktionen waren schlechte Erreichbarkeit der zu punktierenden Raumforderungen und damit zu wenig gewonnenes Material. In unserer Studie ist die Leber mit 53% am häufigsten zu diagnostischen Zwecken punktiert worden (Abb. 15).

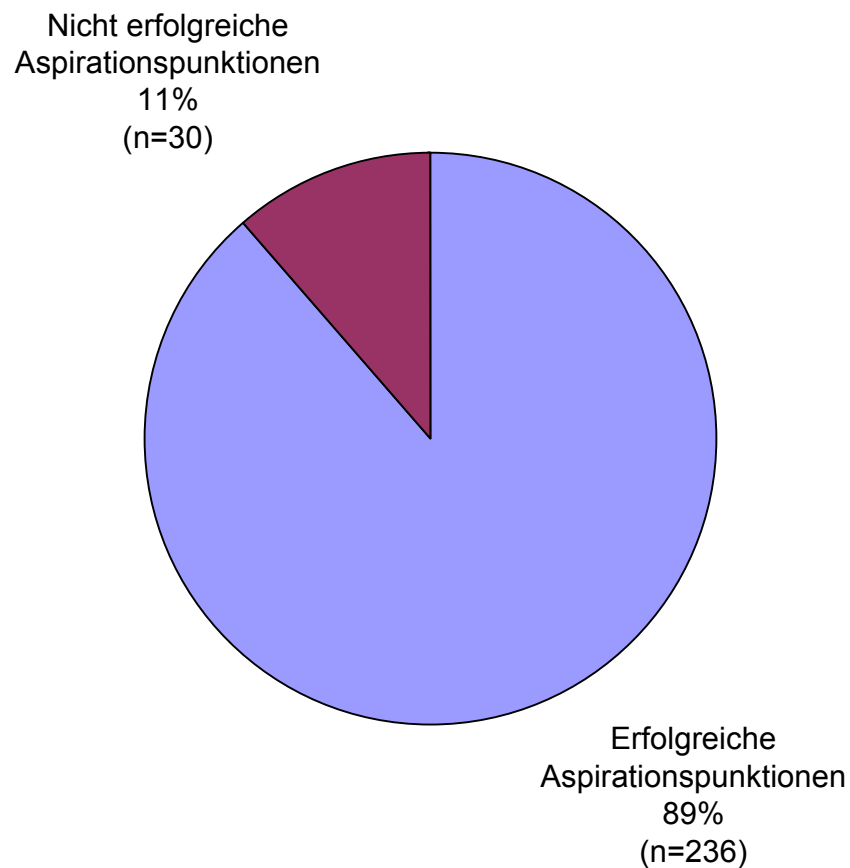


Abb. 15: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in der Leber (n= 266).

3.1.2.2 Schilddrüse

Bei insgesamt 60 (100%) durchgeführten Aspirationspunktionen der Schilddrüse waren die Punktionen in 97% (n=58) erfolgreich, sodass ein adäquates therapeutisches Vorgehen geplant werden konnte. Das Ergebnis von 2 (3%) Punktionen konnte keine eindeutigen Aussage über die Dignität der punktierten Raumforderung machen. Weitere Maßnahmen zur Diagnostik (Wiederholungspunktionen und Schneidbiopsien) sind notwendig gewesen. Als Ursache für die erfolglosen Punktionen waren schlechte Erreichbarkeit der zu punktierenden Raumforderung und damit zu wenig gewonnenes Material. In unserer Studie ist die Schilddrüse mit 12% am zweithäufigsten zu diagnostischen Zwecken punktiert worden (Abb. 16).

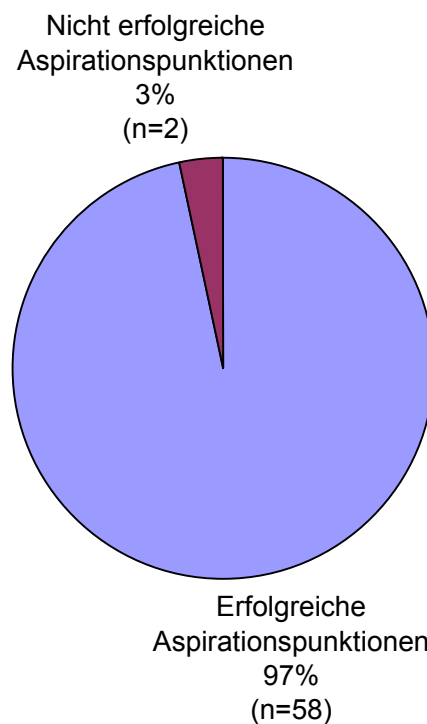


Abb. 16: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in der Schilddrüse (n=60).

3.1.2.3 Pankreas

Bei insgesamt 54 (100%) durchgeführten Aspirationspunktionen des Pankreas waren die Punktionen in 94% (n=51) erfolgreich, sodass ein adäquates therapeutisches Vorgehen geplant werden konnte. Das Ergebnis von 3 (6%) Punktionen konnte keine eindeutigen Aussage über die Dignität der punktierten Raumforderung machen. Als weitere Maßnahmen zur Diagnostik sind Wiederholungspunktionen notwendig gewesen. Als Ursache für die erfolglosen Punktionen waren schlechte Erreichbarkeit der zu punktierenden Raumforderung und damit zu wenig gewonnenes Material. In unserer Studie ist das Pankreas mit 11% am dritthäufigsten zu diagnostischen Zwecken punktiert worden (Abb. 17).

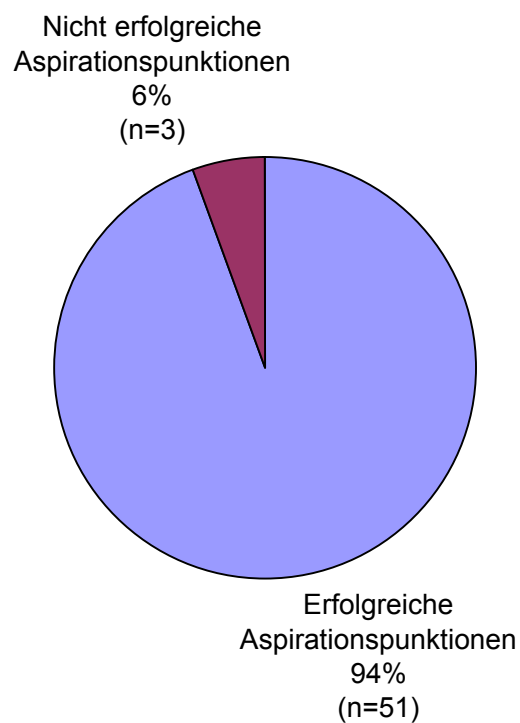


Abb. 17: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in dem Pankreas (n=54).

3.1.2.4 Thorax

Bei insgesamt 33 (100%) durchgeführten Aspirationspunktionen im thorakalen Bereich waren die Punktionen in 73% (n=24) erfolgreich, sodass ein adäquates therapeutisches Vorgehen geplant werden konnte. Das Ergebnis von 9 (27%) Punktionen konnte keine eindeutigen Aussage über die Dignität der punktierten Raumforderung machen. Als weitere Maßnahmen zur Diagnostik sind vor allem Schneidbiopsien notwendig gewesen. Als Ursache für die erfolglosen Punktionen waren schlechte Erreichbarkeit der zu punktierenden Raumforderung und damit zu wenig gewonnenes Material. In unserer Studie ist der thorakale Bereich mit 7% am vierthäufigsten zu diagnostischen Zwecken punktiert worden (Abb. 18).

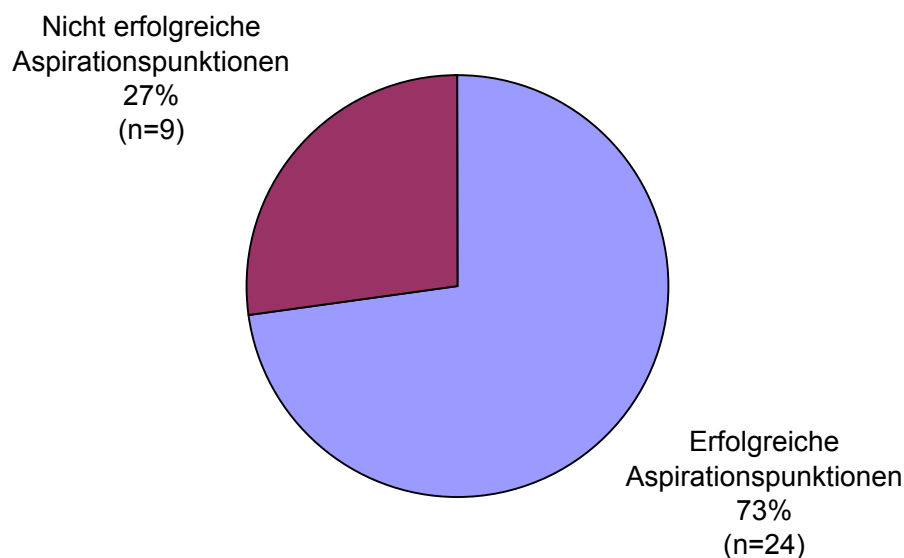


Abb. 18: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen im Thoraxbereich (n=33).

3.1.2.5 Retroperitoneum

Bei insgesamt 31 (100%) durchgeführten Aspirationspunktionen des Retroperitoneums waren die Punktionen in 94% (n=29) erfolgreich, sodass ein adäquates therapeutisches Vorgehen geplant werden konnte. Das Ergebnis von 2 (6%) Punktionen konnte keine eindeutigen Aussage über die Dignität der punktierten Raumforderung machen. Als weitere Maßnahmen zur Diagnostik ist unter anderem ein operativer Eingriff notwendig gewesen. Als Ursache für die erfolglose Punktion waren schlechte Erreichbarkeit der zu punktierenden Raumforderung und damit zu wenig gewonnenes Material. In unserer Studie ist das Retroperitoneum mit 6% am fünfthäufigsten zu diagnostischen Zwecken punktiert worden (Abb. 19).

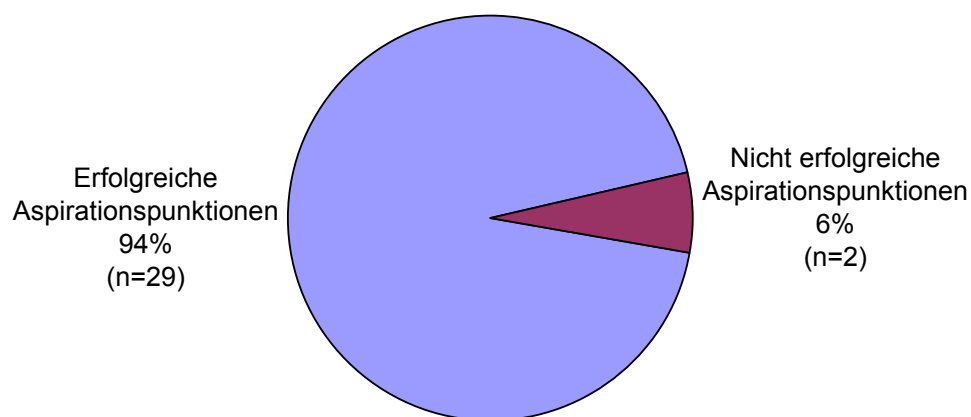


Abb. 19: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen im Retroperitoneum (n=31).

3.1.2.6 Sonstige Organe

Bei insgesamt 28 (100%) durchgeführten Aspirationspunktionen von Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase und Weichteilen waren die Punktionen in 82% (n=23) erfolgreich, sodass ein adäquates therapeutisches Vorgehen geplant werden konnte. Das Ergebnis von 5 (18%) Punktionen konnte keine eindeutigen Aussage über die Dignität der punktierten Raumforderung machen. Als weitere Maßnahmen zur Diagnostik ist unter anderem ein operativer Eingriff notwendig gewesen. Als Ursache für die erfolglosen Punktionen waren schlechte Erreichbarkeit der zu punktierenden Raumforderung und damit zu wenig gewonnenes Material. In unserer Studie sind Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase und Weichteilen mit 6% am sechsthäufigsten zu diagnostischen Zwecken punktiert worden (Abb. 20).

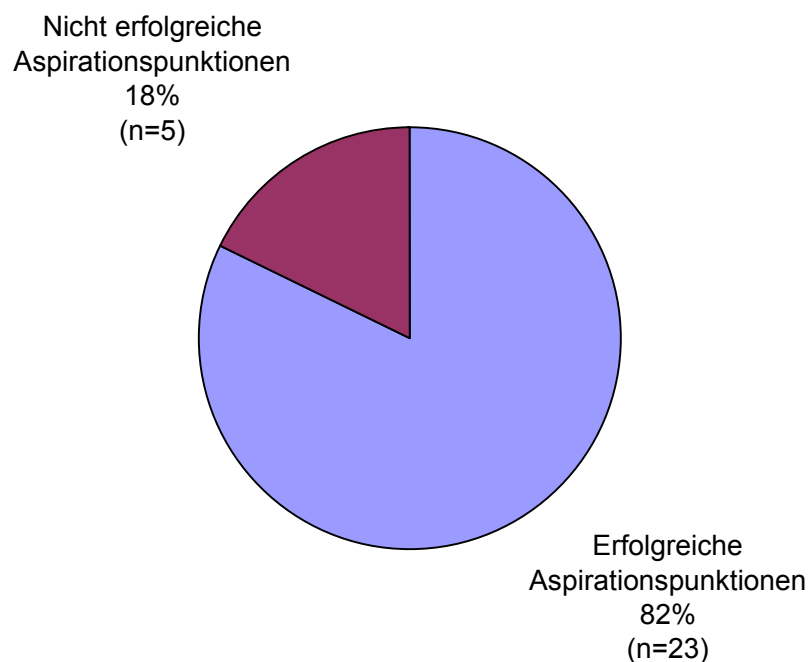


Abb. 20: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in Milz, Abdomen, Gastrointestinaltrakt, Unterbauch und Weichteilen (n=28).

3.1.2.7 Lymphknoten

Bei insgesamt 28 (100%) durchgeführten Aspirationspunktionen der Lymphknoten waren die Punktionen in 70% (n=19) erfolgreich, sodass ein adäquates therapeutisches Vorgehen geplant werden konnte. Das Ergebnis von 8 (30%) Punktionen konnte keine eindeutigen Aussage über die Dignität der punktierten Raumforderung machen. Als weitere Maßnahmen zur Diagnostik sind Wiederholungspunktionen und Schneidbiopsien notwendig gewesen. Als Ursache für die erfolglosen Punktionen waren schlechte Erreichbarkeit der zu punktierenden Raumforderung und damit zu wenig gewonnenes Material. In unserer Studie sind die Lymphknoten mit 5% am seltensten zu diagnostischen Zwecken punktiert worden (Abb. 21).

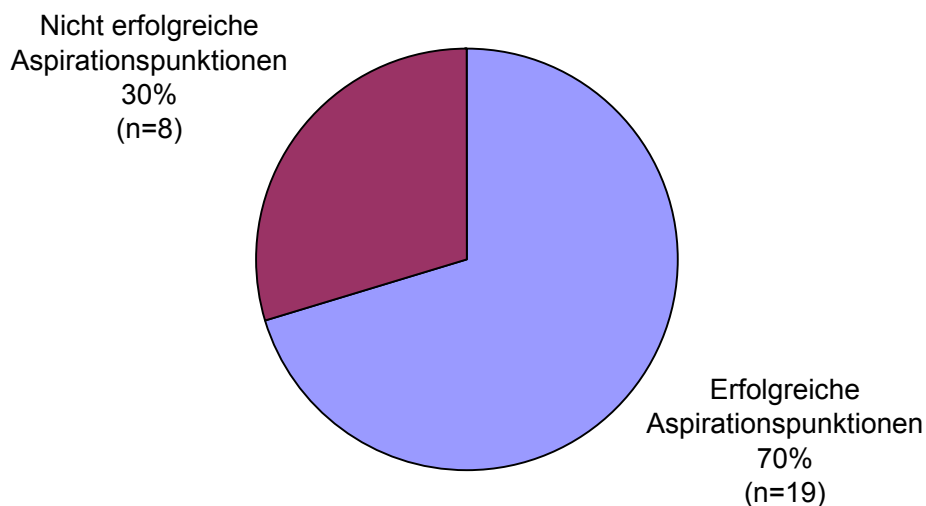


Abb. 21: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen der Lymphknoten (n=27).

In dem untersuchten Patientengut wurden bei den insgesamt 499 diagnostischen Punktionen mit 53% die meisten Aspirationspunktionen bei dem Organ Leber durchgeführt und mit 5% die Lymphknoten am seltensten punktiert (siehe auch Abb. 12). Die Interpretation der Ergebnisse dieser Arbeit muss immer auf dem Hintergrund der verschiedenen Häufigkeiten der punktierten Organe erfolgen. So sind die Unterschiede bezüglich der Anzahl der erforderlich gewordenen Aspirationspunktionswiederholungen, Biopsien und Operationen bei den Diagnosefindungen bei den einzelnen Organen unter anderem in der differierenden Häufigkeit der Punktionen begründet.

3.1.3 Zytologieergebnisse der diagnostischen Aspirationspunktionen

Bei 499 durchgeführten Aspirationspunktionen konnte 224 (45%) Mal die Diagnose maligner Prozess gestellt und 275 (55%) Mal konnte eine gutartige Gewebsveränderung diagnostiziert werden (Abb. 22, Tab. 6).

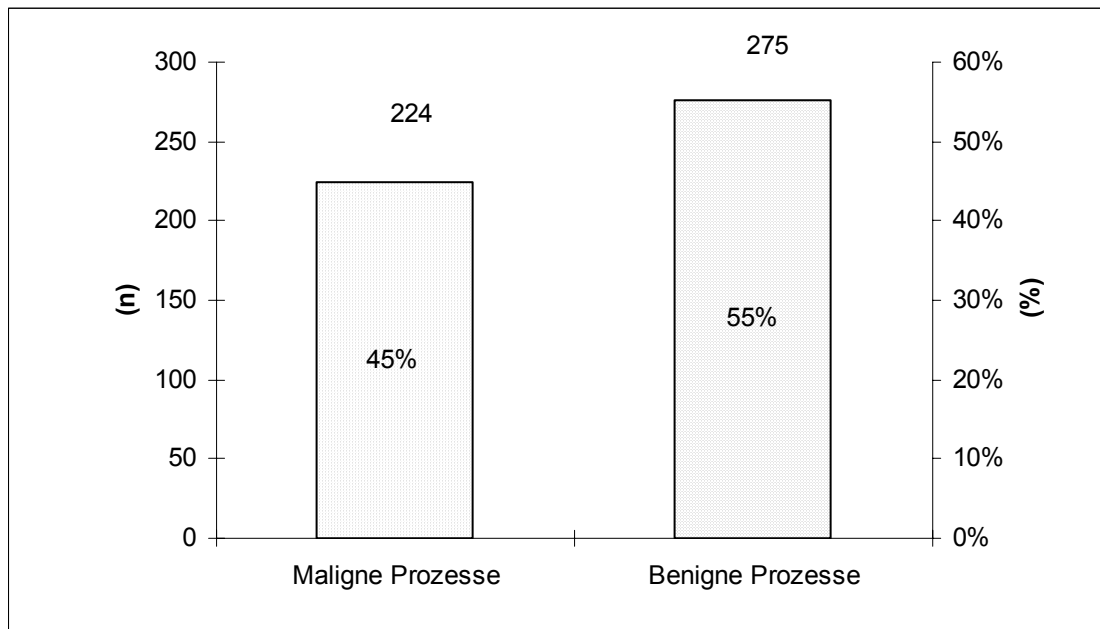


Abb. 22: Ergebnisse der zytologischen Auswertung (n=499) in Häufigkeiten und Prozentwerten.

	Maligne Prozesse	Benigne Prozesse
Leber	123	143
Schilddrüse	11	49
Pankreas	32	22
Thorax	16	17
Retroperitoneum	14	17
Lymphknoten	15	12
<u>Sonstige Organe:</u>		
Bauchdecke	2	4
Gastrointestinaltrakt	3	7
Harnblase, Adnexe	2	2
Extremitätenweichteile	2	2
Milz	4	0
Insgesamt (n=499)	224	275

Tab. 6: Auswertung der Aspirationspunktionen: Häufigkeit der zytologischen Kategorien bezogen auf die einzelnen untersuchten Organe.

3.1.4 Sensitivitäten und Spezifitäten ultraschallgezielter Aspirationspunktionen

	RP	FP	RN	FN	Sensitivität	Spezifität
Leber	123	1	113	29	80,9%	99,1%
Pankreas	32	0	19	3	91,4%	100%
Schilddrüse	11	1	47	1	91,7%	97,9%
Lymphknoten	15	0	5	7	68,2%	100%
Thorax	16	0	7	10	61,5%	100%
Retroperitoneum	14	0	13	2	87,5%	100%
Sonstige Organe	13	0	10	5	72,3%	100%
Insgesamt	224	2	216	57	79,4%	99,1%

Tab. 7: Übersichtstabelle der Sensitivitäten und Spezifitäten der Aspirationspunktionen (n=499) bei der Erkennung maligner Prozesse.

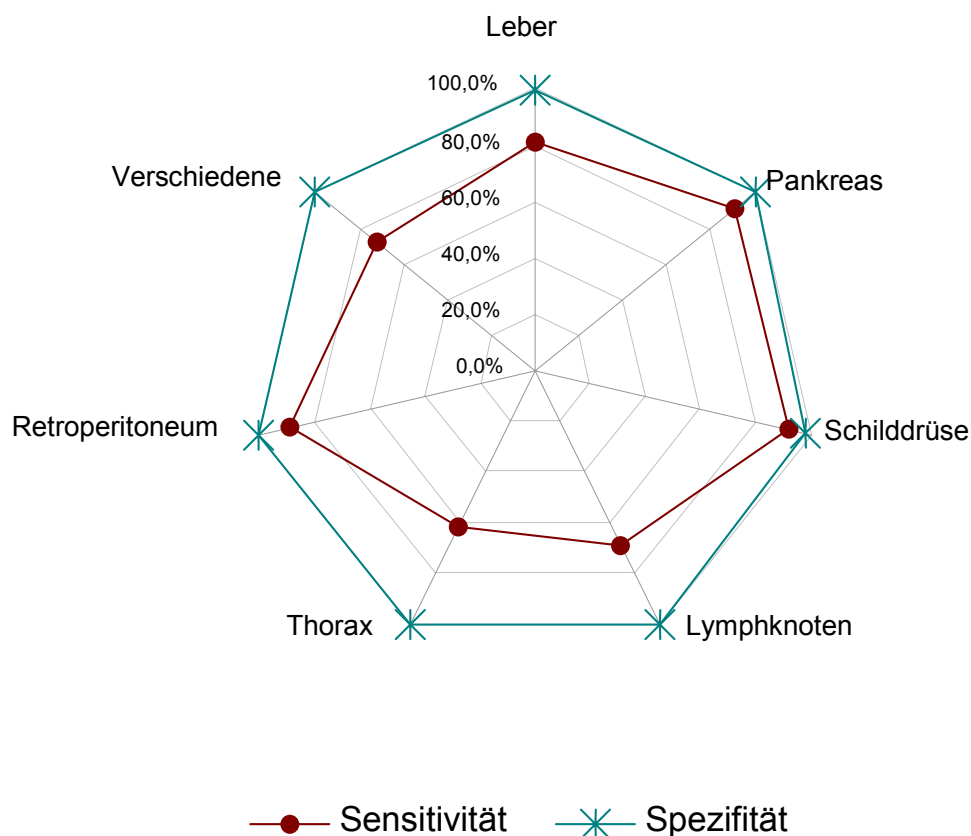


Abb. 23: Verteilung der Sensitivitäten und Spezifitäten ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Prozessen bezogen auf die jeweiligen Organe

Die Verteilung der Sensitivitäten und Spezifitäten ultraschallgezielter diagnostischer Aspirationspunktionen bei malignen Prozessen bezogen auf die jeweiligen Organe stellt sich im einzelnen folgendermaßen dar (Tab. 7, Abb. 23):

Bei den Aspirationspunktionen ist die Leber insgesamt 266 (53%) Mal punktiert worden. Bei 123 Leberpunktionen ist ein maligner Prozess, und bei 113 Leberpunktionen ist ein gutartiger Prozess durch eine einmalige Aspirationspunktion richtig diagnostiziert worden. Nur in einem Fall brachte die Punktion ein falsch positives Ergebnis und in 29 Fällen ein falsch negatives Resultat. Die Sensitivität der Untersuchung betrug 80,9 % und die Spezifität 99,1%. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse der Leber mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $80,9\% \pm 6,2\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $99,1 \pm 1,7\%$.

In dem untersuchten Patientengut ist das Pankreas 54 (11%) Mal punktiert worden. Eine maligne Raumforderung ist in 32 Fällen direkt durch eine einmalige Aspirationspunktion richtig diagnostiziert worden. 19 Mal ist ein richtig negatives Ergebnis festgestellt worden und in drei Fällen zeigte sich ein falsch negatives Ergebnis. Die Sensitivität bezüglich der Feststellung eines malignen Prozesses bei den Aspirationspunktionen des Pankreas beträgt 91,4% und die Spezifität 100%. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse des Pankreas mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $91,4\% \pm 9,3\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $100\% \pm 0\%$.

Die Aspirationspunktionen der Schilddrüse (n=60) zeigten eine Sensitivität von 91,7% und eine Spezifität von 97,9% bei der Diagnostik maligner Ereignisse. Bei 11 Punktionen war das Ergebnis richtig und in jeweils einem Fall zeigte das Punktionsergebnis ein falsch positives und ein falsch negatives Ergebnis. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse der Schilddrüse mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $91,7\% \pm 15,6\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $97,9\% \pm 4,1\%$.

Die Lymphknotenpunktionen (n=27) erbrachten in 15 Fällen ein richtiges Ergebnis. Bei sieben Punktionen trat ein falsch negatives Ergebnis auf. Es ergab sich eine Sensitivität von nur 68,2% und eine Spezifität von 100%. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse der Lymphknoten mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $68,2\% \pm 19,5\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $100\% \pm 0\%$.

Bei den Thoraxpunktionen (n=33) zeigte sich eine Sensitivität von nur 61,5% und eine Spezifität von 100%. Der Anteil der falsch negativen Ergebnisse betrug 10 und die der richtig diagnostizierten Ergebnisse 16. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse im thorakalen Bereich mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $61,5\% \pm 18,7\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $100\% \pm 0\%$.

Die Punktionen des Retroperitoneums (n=31) ergaben eine Sensitivität von 87,5% und eine Spezifität von 100%. Der Anteil der falsch negativen Punktionen betrug 2. Richtig diagnostiziert wurde ein maligner Prozess in 14 Fällen. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse im Retroperitoneum mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $87,5\% \pm 16,2\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $100\% \pm 0\%$.

Die Punktionen der Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase und Weichteile (n=28) erbrachten eine Sensitivität von 72,3% und eine Spezifität von 100%. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse in Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase und Weichteilen mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $72,3\% \pm 20,7\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $100\% \pm 0\%$.

Bei der Analyse aller in dieser Studie durchgeführten diagnostischen Aspirationspunktionen (n=499) gemeinsam, zeigt sich eine Sensitivität von 79,4% und eine Spezifität von 99,1% für die Diagnostik eines malignen Prozesses. Bei der Berechnung des Konfidenzintervalls zeigte sich, dass die Sensitivität der Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse in allen in dieser Studie retrospektiv untersuchten Organen mit 95%-iger Sicherheit im Intervall von $79,4\% \pm 4,7\%$ liegt. Die Spezifität liegt im Bereich von $99,1\% \pm 1,3\%$.

3.1.5 Im Ultraschall gemessene Größen der einzelnen Raumforderungen

	Maximum [cm]	Minimum [cm]	Mittelwert [cm]	Standardabweichung [cm]
Leber	12	1	3,4	2,2
Pankreas	8	1	3,2	1,6
Schilddrüse	6	0,8	2,1	1,6
Lymphknoten	6	0,7	3,4	2,2
Thorax	10	1	3,8	2
Retroperitoneum	8	2	4,4	1,9
Sonstige Organe	8	3	5,2	2,1

Tab. 8: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (einmalige Aspirationspunktion).

	Maximum [cm]	Minimum [cm]	Mittelwert [cm]	Standardabweichung [cm]
Leber	9	1	4,1	2,0
Lymphknoten	6	1	4,0	2,1
Thorax	5	1,0	3,5	1,6
Gastrointestinaltrakt	6	3,0	4,5	2,1

Tab. 9: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (Schneidbiopsie).

	Maximum [cm]	Minimum [cm]	Mittelwert [cm]	Standardabweichung [cm]
Schilddrüse	2	1	1,5	0,7
Thorax	8	3	5,5	3,5
Retroperitoneum	5	3,0	4,0	1,4
Gastrointestinaltrakt	7	6,0	6,5	0,7
Bauchdecke	7	4	5,5	2,1

Tab. 10: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (Operation).

	Maximum [cm]	Minimum [cm]	Mittelwert [cm]	Standardabweichung [cm]
Leber	9	1	4,6	2,7
Pankreas	4	2	3,0	1,4
Schilddrüse	3	2,0	2,2	0,6
Lymphknoten	3	2,0	2,5	0,7
Thorax	5	3	4,0	1
Retroperitoneum	6	2	4,0	2,8

Tab. 11: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (Wiederholte Aspirationspunktionen).

3.1.6 Komplikationen durch diagnostische Aspirationspunktionen

Bei den insgesamt 499 betrachteten diagnostischen Aspirationspunktionen sind bei nur 6 (1,2%) Aspirationspunktionen Komplikationen aufgetreten (Abb. 24). Bei jeder dieser Punktionen handelte es sich um leichte Komplikationen. Zu den leichteren Komplikationen zählen solche, bei denen keine Therapie erforderlich gewesen ist, wie zum Beispiel kleinere Blutungen oder Schmerzen. Als schwere Komplikationen gelten solche, bei denen eine Therapie erforderlich wäre, z.B. größere Blutungen, Infektionen oder Stichkanalmetastasen. Wäre ein Patient an den Folgen einer durchgeführten Aspirationspunktion verstorben, so handelte es sich um eine tödliche Komplikation (Einteilung erfolgte in Anlehnung an die Studie von Weiss et Düntsch (37)).

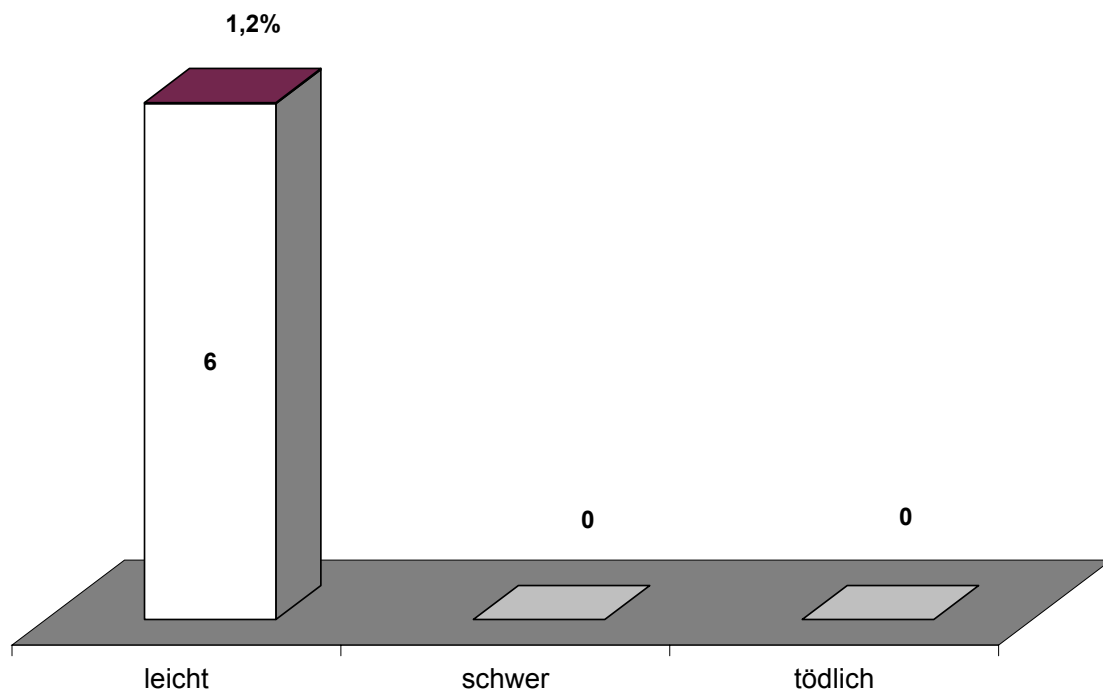


Abb. 24: Verteilung der Schweregrade der aufgetretenen Komplikationen (n=6) nach durchgeführter Aspirationspunktion

Im einzelnen trat in drei Fällen eine kleinere Blutung auf, bei zwei Fällen wurden Schmerzen dokumentiert und einmal trat im Anschluss an eine Aspirationspunktion eine Makrohämaturie auf, die nach kurzer Zeit ohne Therapie sistierte. Vier der Komplikationen betrafen die Leber und je einmal waren Thorax und Retroperitoneum betroffen. Bei der Leber traten zweimal eine kleinere subkapsuläre Blutung und zweimal Schmerzen auf. Bei der Thoraxpunktion war eine kleinere Blutung in den Pleuraspalt und bei der Aspirationspunktion des Retroperitoneums eine Makrohämaturie dokumentiert worden (Abb. 25).

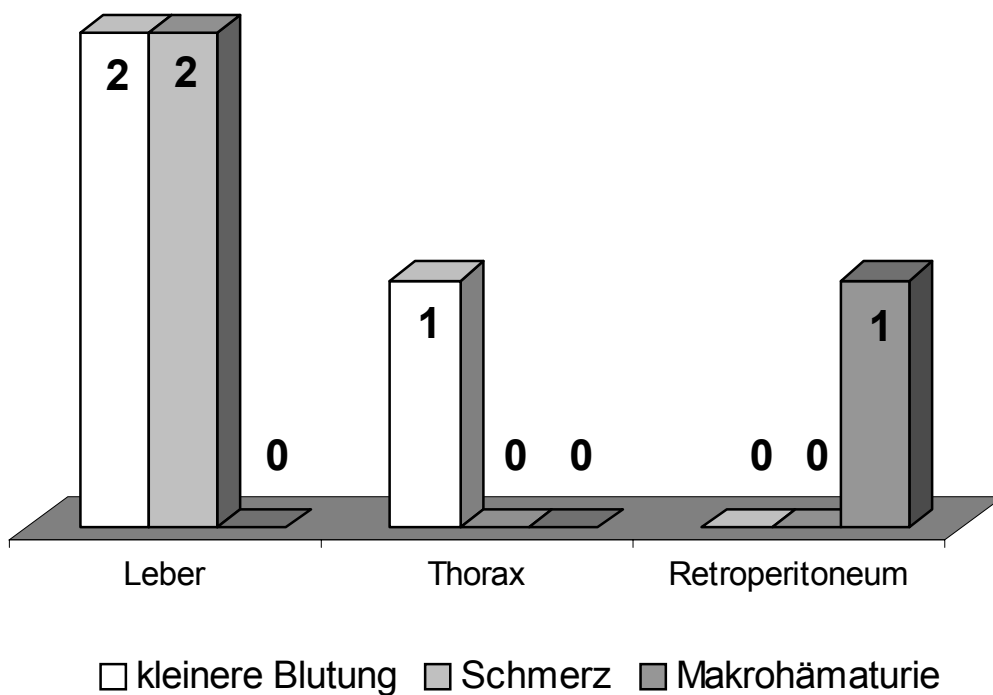


Abb. 25: Zuordnung und Häufigkeit der leichten Komplikationen zu den Organen (n=6)

Die Komplikationen traten bei Patienten verschiedenen Alters, Geschlechts und Erkrankung auf. Es handelte sich um jeweils drei männliche und weibliche Patienten im Alter von 45-81 Jahren (Tab. 12).

feinnadelpunktiertes Organ	Komplikationsart	Befund	Geschlecht	Alter
Leber	kleinere Blutung, subkapsulär	maligner Prozeß	w	72
Leber	kleinere Blutung, subkapsulär	gutartige Gewebsveränderung	m	45
Leber	Schmerzen	maligner Prozeß	w	81
Leber	Schmerzen	Entzündung	m	47
Retroperitoneum	Makrohämaturie	gutartige Gewebsveränderung	w	64
Thorax	Pleuraerguß, epidiaphragmal	maligner Prozeß	m	67

Tab. 12: Sechs Fälle, bei denen nach einer einmaligen diagnostischen Aspirationspunktion leichte Komplikationen aufgetreten sind

3.2 Auswertung der therapeutischen Aspirationspunktionen

In dem zweiten Teil dieser Studie sind die Daten aus 136 therapeutischen Aspirationspunktionen ausgewertet worden. In dem untersuchten Patientengut wurde mit 39% am häufigsten das Pankreas und mit 5% am seltensten die Pleura punktiert (Abb. 26). Betrachtet worden sind nur Aspirationspunktionen und keine Katheterdrainagen.

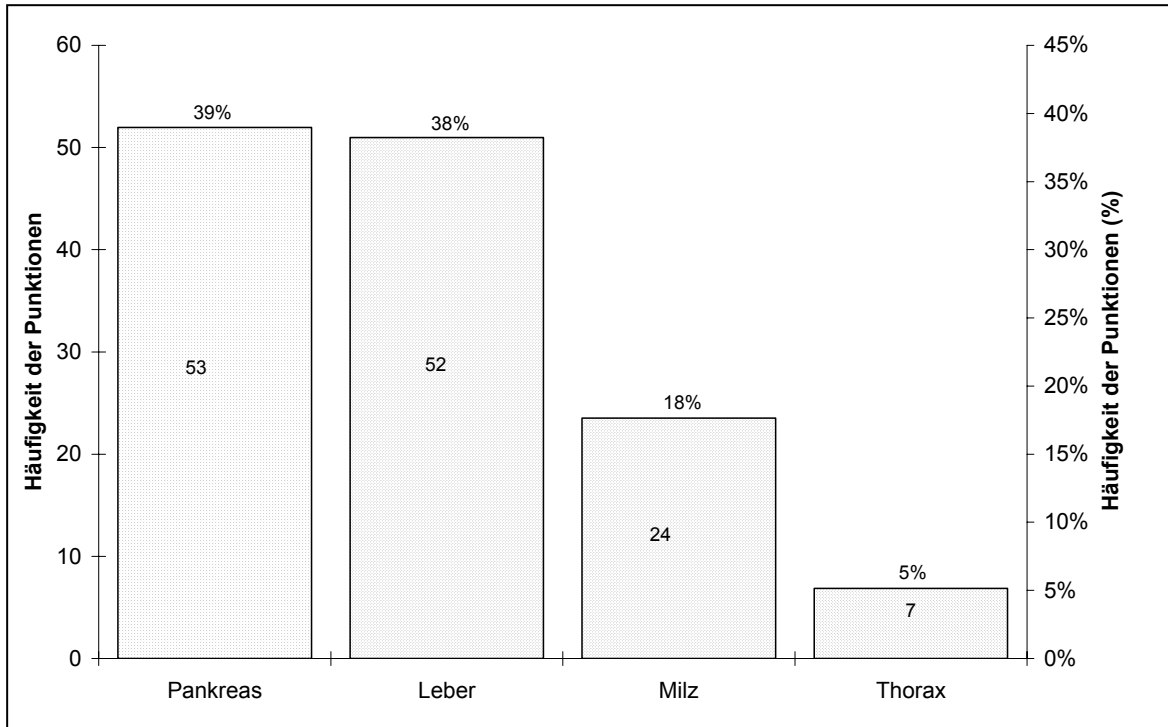


Abb. 26: Häufigkeiten der durchgeführten therapeutischen Aspirationspunktionen einzelner Organe (n=136)

3.2.1 Ergebnis der therapeutischen Aspirationspunktionen

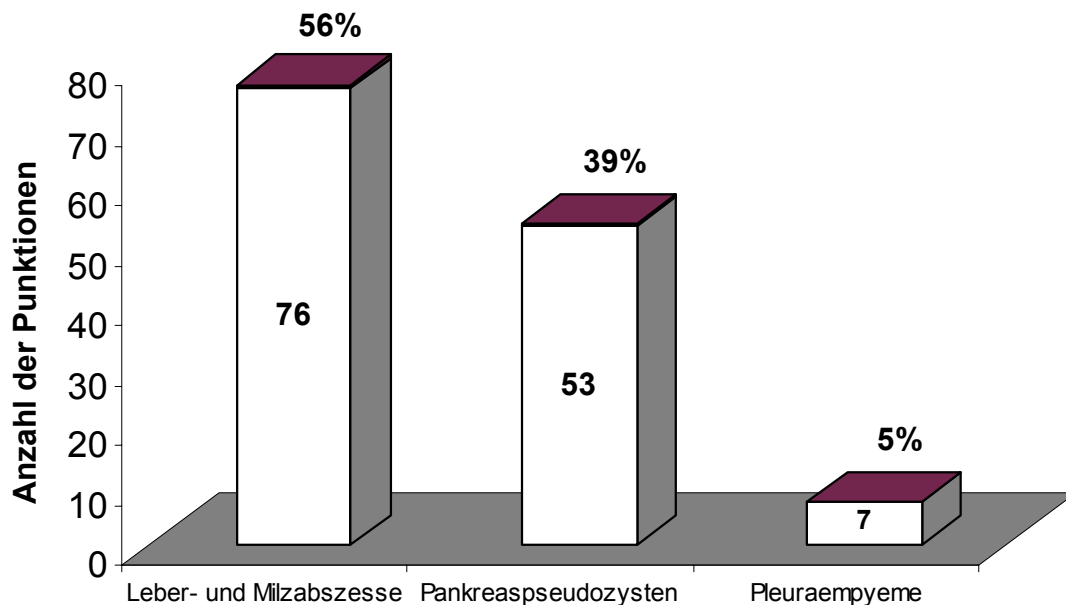


Abb. 27: Anzahl der durchgeführten therapeutischen Aspirationspunktionen (n=136) verteilt auf Leber- und Milzabszesse, Pankreaspseudozysten und Pleuraempyeme.

Die insgesamt 37 Leber- und Milzabszesse sind 76 (56%) Mal zu therapeutischen Zwecken punktiert worden, die 32 Pankreaspseudozysten 53 (39%) und die 5 Pleuraempyeme 7 (5%) Mal (Abb. 27).

Gab das punktierte Material während der therapeutischen Aspirationspunktionen Anhalt für einen Abszess, so wurde zunächst die Abszesshöhle soweit wie möglich mittels Aspiration entleert und anschließend mit Kochsalz gespült. Zusätzlich wurde direkt ein Antibiotikum (Aminoglykosid) instilliert und es erfolgte eine zusätzliche systemische antibiotische Therapie. Das aspirierte Material wurde umgehend zur bakteriologischen Aufarbeitung weitergeleitet. Nach Erhalt des Erregerspektrums wurde die bestehende Antibiotikatherapie angepasst. Bei manchen Patienten war es nötig die Aspirationspunktion mehrmals zu wiederholen. Dies geschah im Abstand von 2-3 Tagen. Die Entscheidung, ob eine wiederholte Aspirationspunktion durchgeführt werden oder direkt eine chirurgische Intervention erfolgen sollte, wurde individuell entschieden und hing ab von Zysten-/Abszessinhalt, Größe und Lage.

Eine therapeutische Aspirationspunktion galt als erfolgreich, wenn das Abszess-, Pseudozysten- oder Empyemvolumen sonographisch so gering geworden war, dass keine weitere Therapie notwendig war.

Leber			
Abszesse (n)	Punktionen pro Abszeß (n)	Aspirationspunktionen (n)	Komplikationen (n)
15	einmal	15	0
4	zweimal	8	0
5	dreimal	15	Subkapsuläre Blutung (n=1)
1	viermal	4	
2	fünfmal	10	
27	gesamt	52	1

Tab. 13: Anzahl der Aspirationspunktionen pro Abszess sowie Komplikationen bei 52 therapeutischen Aspirationspunktionen von 27 Leberabszessen.

Bei 19 Leberabszessen war durch insgesamt 23 ein- bis zweimaliger komplikationsloser Aspirationspunktionen mit zusätzlich lokaler und systemischer antibiotischer Therapie eine völlige Abszessausheilung erreicht worden. Bei den bei 5 Abszessen jeweils durchgeführten dreimaligen Aspirationspunktionen trat in einem Fall nach der dritten Wiederholungspunktion eine kleine subkapsuläre Blutung auf. Nur zweimal erfolgte eine fünfmalige Wiederholungspunktion bei Abszessen von >10cm Durchmesser.

Milz			
Abszesse (n)	Punktionen pro Abszeß (n)	Aspirationspunktionen (n)	Komplikationen (n)
0	einmal	0	0
7	zweimal	14	0
2	dreimal	6	0
1	viermal	4	0
0	fünfmal	0	0
10	gesamt	24	0

Tab. 14: Anzahl der Aspirationspunktionen pro Abszess sowie Komplikationen bei 24 therapeutischen Aspirationspunktionen von 10 Milzabszessen.

Bei 7 Leberabszessen war durch insgesamt 14 zweimaliger komplikationsloser Aspirationspunktionen mit zusätzlich lokaler und systemischer antibiotischer Therapie eine völlige Abszessausheilung erreicht worden. Komplikationen traten bei keiner Punktion auf. Bei nur einem Abszess ist eine viermalige Wiederholungspunktion erforderlich gewesen.

Bei den insgesamt 37 punktierten Leber- und Milzabszessen sind 36 (97,3%) durch alleinige Aspirationspunktionen und Antibiotikagaben ausgeheilt.

Pankreas		
Pseudozysten (n)	Punktionen pro Pseudozyste (n)	Aspirations- punktionen (n)
19	einmal	19
7	zweimal	14
5	dreimal	15
0	viermal	0
1	fünfmal	5
32	gesamt	53

Tab. 15: Anzahl der Aspirationspunktionen pro Pankreaspseudozyste von 32 Pankreaspseudozysten

Bei 26 Pankreaspseudozysten war durch insgesamt 33 ein- bis zweimaliger komplikationsloser Aspirationspunktionen eine völlige Ausheilung einer Pseudozyste erreicht worden. Bei nur einer Pseudozyste ist eine fünfmalige Wiederholungspunktion erforderlich gewesen. Alle 53 Aspirationspunktionen verliefen komplikationslos. In zwölf Fällen war eine Aspirationspunktion nicht erfolgreich, sodass eine Operation des Pankreas erfolgen musste. In einem dieser Fälle, nach fünfmaliger Punktion, erfolgte eine operative Sanierung, da dieser Patient ohnehin für eine Whipple-Operation vorgesehen war. Bei 32 punktierten Pseudozysten sind 20 (62,5%) nur durch Punktion, d.h. ohne chirurgischen Eingriff, ausgeheilt.

Thorax			
Pleuraempyeme (n)	Punktionen pro Pleuraempyem (n)	Aspirations- punktionen (n)	Komplikationen (n)
3	einmal	3	0
2	zweimal	4	0
5	gesamt	7	0

Tab. 16: Anzahl der Aspirationspunktionen pro Pleuraempyem sowie Komplikationen bei therapeutischen Aspirationspunktionen von 5 Pleuraempyemen.

Bei den in dieser Studie betrachteten fünf Pleuraempyemen, war das Empyem nach jeweils ein- bis zweimaliger komplikationsloser Aspirationspunktion nicht mehr nachweisbar.

Abszeßdurchmesser (cm)	Aspirations- punktionen (n)	Komplikationen (n)
2-6	51	0
6-10	16	1
>10	9	0

Tab. 17: Häufigkeit der Aspirationspunktionen bei Abszessen verschiedener Größe (n=37).

Fast alle 37 Leber- und Milzabszesse, die in therapeutischer Absicht punktiert worden sind, konnten durch einmalige oder repetitive Aspirationspunktionen und kombinierte lokale und systemische Antibiotikagabe erfolgreich behandelt werden. Nur in einem Fall war eine Operation bei einem Abszess von größer 10 cm Durchmesser notwendig. Eine kleine nicht therapiebedürftige subkapsuläre Blutung trat bei einem Abszess mit einem Durchmesser von 6-10 cm auf.

Pseudozysten- durchmesser (cm)	Aspirations- punktionen (n)	Komplika- tionen (n)
2-6	24	0
6-10	12	0
>10	17	0

Tab. 18: Häufigkeit der Aspirationspunktionen bei Pankreaspseudozysten (n=32) verschiedener Größe.

Bei den 53 Aspirationspunktionen der Pankreaspseudozysten waren im Anschluss in 12 Fällen Operationen notwendig. Acht Operationen war bei Zysten von 6-10 cm Durchmessern notwendig und die anderen vier bei Zysten von größer 10 cm Durchmesser. Komplikationen traten keine auf.

Empyem- menge (ml)	Aspirations- punktionen (n)	Komplika- tionen (n)
350-500	7	0

Tab. 19: Häufigkeit der Aspirationspunktionen bei Pleuraempyemen verschiedener Größe (n=7).

Alle 7 durchgeführten Aspirationspunktionen der Pleuraempyeme waren komplikationslos und bedurften keiner operativen Sanierung.

4 Diskussion

Es wurden Daten von 537 Patienten ausgewertet, bei denen in den Jahren 1992 – 1996 in dem Ultraschalllabor des Klinikums der Philipps – Universität Marburg, in thorakalen und abdominalen Regionen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken Aspirationspunktionen erfolgt waren. Die Punktionen waren bei Patienten durchgeführt worden, bei denen im Ultraschall solide oder liquide Raumforderungen festgestellt worden waren, die näherer Abklärung bedurften. Anhand der Untersuchungsdokumentation im Ultraschall-Labor sind die Ultraschall- und Klinikakten derjenigen Patienten angefordert und ausgearbeitet worden, bei denen, laut Dokumentation im Ultraschall-Labor, eine diagnostische und/oder therapeutische Aspirationspunktion durchgeführt worden ist.

Es zeigte sich, dass bei 537 Patienten in den Jahren 1992 – 1996 Aspirationspunktionen erfolgt sind. Bei diesen Patienten sind insgesamt 672 Aspirationspunktionen durchgeführt worden. Wegen fehlenden Materials konnten 37 Aspirationspunktionen nicht ausgewertet werden. Lediglich 499 diagnostische und 136 therapeutische Aspirationspunktionen konnten endgültig ausgewertet werden.

Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Aspirationspunktion sind im methodischen Teil dieser Arbeit dargelegt worden. Entscheidend ist, dass eine feine (20-23 G) und atraumatische Nadel benutzt wird, deren Nadelspitze jederzeit ultraschallgezielt sichtbar ist, sodass sie selbst kleinste Tumorherde exakt treffen kann (39,40,41,42,43).

Die in dieser Studie erarbeiteten Ergebnisse werden denen der Literatur gegenübergestellt und diskutiert. Die Besonderheiten dieser Studie werden im Anschluss daran herausgestellt.

In dem von uns untersuchten Patientengut wurden retrospektiv 499 Aspirationspunktionen für diagnostische Zwecke untersucht, die das Ziel hatten zytologisches Untersuchungsmaterial zu gewinnen. Die Aufgabe dieser Arbeit war es zum einen, die Sensitivitäten und Spezifitäten bei der Erkennung maligner Prozesse sowie die Komplikationsrate der sonographisch gesteuerten Aspirationspunktionen, welche im Ultraschalllabor des Universitätsklinikums Marburg durchgeführt worden sind, mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen zu vergleichen.

Des Weiteren wurden retrospektiv 136 Aspirationspunktionen für therapeutische Zwecke untersucht, die zum Ziel hatten Abszesse, Pankreaspseudozysten und Pleuraempyeme zu entlasten. Zum anderen war das Ziel aufzuzeigen, ob die im Ultraschalllabor des

Universitätsklinikums Marburg erzielten Therapieergebnisse bei der ultraschallgezielten (repetitiven) Aspirationspunktion von Abszessen, Pseudozysten oder Ergüssen den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen gleichen. Untersucht worden sind Punktionen abdominaler und thorakaler Raumforderungen.

4.1 Ultraschallgezielte diagnostische Aspirationspunktionen

Ziel ist es auf möglichst minimal invasivem Wege eine im Ultraschall festgestellte Raumforderung auf die Dignität hin zu prüfen um weitere therapeutische Maßnahmen planen zu können. Die in dieser Studie herausgearbeitete Gesamtsensitivität zur Erkennung maligner Raumforderungen mittels ultraschallgezielter Aspirationspunktion im thorakalen und abdominalen Bereich lag bei 79,4%. Die Gesamtspezifität lag bei 99,1%.

Die durch unsere Studie ermittelte Spezifität der ultraschallgezielten diagnostischen Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse wies eine sehr geringe Streuung auf. Die ermittelten Spezifitäten unserer Studie lagen im Bereich von 97,9 % bis 100%, vergleichbar gute Ergebnisse wurden auch in der Literatur beschrieben. Droese et al. (44) erreichten in einer Studie über sonographisch geführte Aspirationspunktionen im abdominalen und retroperitonealen Raum eine Spezifität von 98%, wobei in einer ähnlichen Studie Binder et al. (45) sogar eine Spezifität von 100% erzielt haben.

Bei der Betrachtung der Sensitivitäten ergab sich eine im Vergleich zu den Spezifitäten deutlich größere Streuung. Die Spanne der Sensitivitäten bei der Erkennung maligner Prozesse mittels ultraschallgezielter Aspirationspunktionen in unserer Studie lag zwischen 61,5% und 91,7%. Günter E (46) beschrieb in einer Studie eine Sensitivität von 70% bei der Erkennung eines Pankreaskarzinoms, Droese et al. (44) erreichten 86% und Binder et al. 84,8% (45) Sensitivität bei der Erkennung maligner Raumforderungen. (Tab. 20)

Gründe für die niedrigere Sensitivität sind z.B. zu wenig gewonnenes Material, bedingt durch die schlechte Erreichbarkeit des zu punktierenden Tumors mit der Punktionsnadel. Ferner sind adipöse Patienten schlechter schallbar und somit wieder schlechter punktierbar. Eine schlechte Compliance des Patienten kann sich ebenfalls negativ auf den Erfolg einer Punktion auswirken. Diese Parameter lassen sich retrospektiv nicht mehr nachprüfen.

Gesamtsensitivitäten und –spezifitäten bei ultraschallgezielten Aspirationspunktionen im abdominalen, retroperitonealen und thorakalen Bereich		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	79,4 %	99,1 %
Droese et al. (44)	86 %	98 %
Binder et al. (45)	84,8 %	100 %
Günter E (46)	70 %	keine Angabe

Tab. 20: Gesamtsensitivitäten und –spezifitäten bei ultraschallgezielten Aspirationspunktionen im abdominalen, retroperitonealen und thorakalen Bereich in der Literatur und in unserer Studie.

Die Ergebnisse dieser Studie, bezogen auf die einzelnen punktierten Organe, stellen sich im Vergleich mit der Literatur wie folgt dar:

Bei der Untersuchung der Methode der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen von Schilddrüsenprozessen in unserer Studie zeigte sich eine Sensitivität von 91,7% und eine Spezifität von 97,9%. Ähnliche Ergebnisse beschrieben Takashima et al. (47), die eine Sensitivität von 96,0% und eine Spezifität von 91,0% für die Erkennung maligner Raumforderungen der Schilddrüse erzielt haben. Aufgrund ihrer Ergebnisse befanden sie die ultraschallgezielte Aspirationspunktion als sehr gut geeignet, diejenigen Patienten herauszufiltern, die aufgrund des zytologisch gewonnenen Ergebnisses wirklich einen anschließenden operativen Eingriff benötigten. Lin et al. (48) zeigten in ihrer Studie ebenfalls, dass die ultraschallgezielte Aspirationspunktion der Schilddrüse mit einer Sensitivität von 79,8% und einer Spezifität von 98,6% eine gute Methode zur Differenzierung maligner von benignen Raumforderungen ist. Mit nur einem falsch positiven und einem falsch negativen Ergebnis bei der Erkennung maligner Prozesse der Schilddrüse in unserer Studie sehen auch wir die ultraschallgezielte Aspirationspunktion als eine gute Methode bei der Diagnostik unklarer Raumforderungen in der Schilddrüse. (Tab. 21)

Sensitivität und Spezifität ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Schilddrüse		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	91,7 %	97,9 %
Takashima et al. (47)	96,0 %	91,0 %
Lin et al. (48)	79,8 %	98,6 %

Tab. 21: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Schilddrüse in der Literatur und in unserer Studie.

Die in unserer Studie erzielten Ergebnisse bei ultraschallgezielten Punktionen im thorakalen Bereich mit 61,5% Sensitivität und 100% Spezifität waren weniger gut als die in der Literatur (49-55) beschriebenen. Wendt, Khorsandi und Otto (49) sehen als Voraussetzung für eine erfolgreiche sonographische Darstellung pulmonaler Strukturen das Vorhandensein eines Schallfensters zwischen der Läsion und der Pleura parietalis. Wein, Dickgreber und Günther (50) legten in ihrer Studie zur Durchführung einer CT-gesteuerten Mediastinalpunktion mittels perkutaner Schneid- bzw. Grobstanzbiopsie einen protektiven Pneumothorax. Dieser wurde angelegt zur Ermittlung der Diagnose bei Tumoren, die mittels Aspirationszytologie nicht sicher zu differenzieren waren. Chen et al. (51) und Hsu et al. (52) befanden die ultraschallgezielte Aspirationspunktion besser geeignet für die Erkennung bösartiger als gutartiger Raumforderungen insbes. Lymphknoten im thorakalen Bereich. Auch Westcott, Rao und Colley (53) befanden in einer ihrer Studien die ultraschallgezielte Aspirationspunktion sowohl größerer als auch kleinerer Läsionen im thorakalen Bereich mit einer Sensitivität von 93 % und einer Spezifität von 100 % für eine gute diagnostische Methode.

Die Studien von Hsu et al. (54) und Chang et al. (55) zeigten, dass ultraschallgezielte thorakale Aspirationspunktionen vor allem bei der Diagnostik maligner Tumoren gut einsetzbar sind, Grobnadelpunktionen werden notwendig, wenn es sich um ein wenig differenziertes Karzinom handelt und sie eignen sich besser bei der Differenzierung benigner Tumoren.

Insgesamt ist die ultraschallgezielte Aspirationspunktion im thorakalen Bereich eine gute diagnostische Methode, sofern der Schallbarkeit keine Grenzen gesetzt sind. Eine mögliche Ursache für die 10 falsch negativen Ergebnisse unserer Studie könnte das

kleine Schallfenster und die Atemexkursion des Patienten sein. Natürliche Grenzen der sonographischen Untersuchung luftgefüllter Räume sind des Weiteren z.B. Schallschatten hinter Skelettanteilen oder Totalreflexion an lufthaltigen Organbereichen. Retrospektiv konnte nicht eruiert werden, wo genau im thorakalen Bereich die zu punktierenden Raumforderungen lagen. (Tab. 22)

Sensitivität und Spezifität ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren im thorakalen Bereich		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	61,5 %	100 %
Westcott, Rao und Colley (53)	93 %	100 %
	Diagnostische Treffsicherheit	
	maligne RF	benigne RF
Chen et al. (51)	97 %	60 %
Hsu et al. (52)	87 %	22 %
Hsu et al. (54)	71 %	keine Angabe

Tab. 22: Sensitivität und Spezifität und diagnostische Treffsicherheit der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren im thorakalen Bereich in der Literatur und in unserer Studie.

Die 266 Aspirationspunktionen der Leber stellten mit 53% der Gesamtpunktionen das am häufigsten punktierte Organ in unserer Studie dar. Die Sensitivität für die ultraschallgezielte Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse betrug 80,9% und die Spezifität 99,1%. Fornari et al. (56,57) untersuchten in einer ihrer Studien Aspirationspunktionen der Leber von 719 Patienten. Ihre Ergebnisse zeigten eine Sensitivität von 92,1% und eine Spezifität von 100% und in einer weiteren Abhandlung bei der Untersuchung von 481 Patienten beschrieben sie eine Sensitivität von 93,2% und einer Spezifität von 100%. Vergleichbare Ergebnisse lieferte eine Studie von Schwerk und Schmitz-Moormann (58) mit einer Sensitivität von 92,2% und einer Spezifität von 88,9% bei Neoplasien der Leber. Sautereau et al. (59) beschrieb eine Sensitivität von 83% und eine Spezifität von 93% für maligne Raumforderungen der Leber.

In unserer Studie wurden die Ergebnisse einer Punktion nur in die Kategorie „Maligne Prozesse“ unterteilt, in der sowohl Metastasen als auch primäre Karzinome zusammengefasst worden sind. Bei einer Sensitivität von 80,9% in unserer Studie fällt der relativ hohe Anteil an falsch negativen (n=29) Ergebnissen an der Gesamtanzahl falscher Ergebnisse (n=30) auf. Eine mögliche Erklärung unseres hohen Anteils an falsch negativen Ergebnissen kann in der Studie von Pedio, Zöbeli und Landolt (60) gefunden werden. Sie beschrieben den Einfluss hoch differenzierter gegenüber wenig differenzierter Karzinome auf die Diagnostik mittels Zytologie. Hoch differenzierte Karzinome sind dabei nur schwer von normalem Lebergewebe zu unterscheiden. Die Malignitätsdiagnose ist somit schwierig. (Tab. 23)

Sensitivität und Spezifität ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Leber		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	80,9 %	99,1 %
Fornari et al. (56)	92,1 %	100 %
Fornari et al. (57)	93,2 %	100 %
Schwerk und Schmitz-Moormann (58)	92,2 %	88,9 %
Sautereau et al. (59)	83 %	93 %

Tab. 23: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Leber in der Literatur und in unserer Studie.

Bei den Aspirationspunktionen des Pankreas ergab sich in unserer Studie eine Sensitivität von 91,4% und eine Spezifität von 100,0% für maligne Prozesse, wobei außer Acht gelassen wurde, ob es sich um eine Metastase oder ein Karzinom handelte. Die endgültige Diagnose wurde hauptsächlich durch klinische Verlaufskontrollen erhoben. Die Untersuchungen von Günter E (46) zeigten für Pankreaskarzinome eine Sensitivität von 70,0% und für Pankreasmastasen eine Sensitivität von 86,0%. Fritscher-Ravens et al. (61) beschrieben eine Sensitivität von 84,0% und eine Spezifität von 100,0% bei präoperativ sonographisch durchgeführter Gewinnung von zytologischen Materials bei niedrigpotenten Pankreastumoren, das durch Aspirationspunktion gewonnen wurde. Eine weitere interessante Beobachtung machten Fröhlich et al. (62), die 171 Aspirations-

punktionen bei umschriebenen Pankreasprozessen untersucht haben. Sie teilten die Auswertung der Ergebnisse in zwei Gruppen, wobei die endgültige Diagnose der ersten Gruppe durch Operation oder Sektion und die der zweiten Gruppe durch klinische Verlaufskontrolle gestellt worden ist. Bei der ersten Gruppe zeigte sich eine Sensitivität von 78,0 %, in der Zweiten von 90,0 %. Bei den histologischen Untersuchungen betrug die Sensitivität 79,0 % in Gruppe eins und in der zweiten Gruppe 100,0 %. Die Spezifität war sowohl bei den zytologischen als auch histologischen Untersuchungen 100,0%.

Bei dem Vergleich mit der Literatur bestätigt unsere Studie, dass die ultraschallgezielte Aspirationspunktion zur Diagnose von Raumforderungen unklarer Dignität im Pankreas eine hervorragende Methode ist. (Tab. 24)

Sensitivität und Spezifität ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren des Pankreas		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	91,4 %	100 %
Günter E (46)	70 %	keine Angaben
Fritscher-Ravens et al. (61)	84 %	100 %
Fröhlich et al. (62) Gr. 1	78 %	100 %
Fröhlich et al. (62) Gr. 2	90 %	100 %

Tab. 24: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren des Pankreas in der Literatur und in unserer Studie.

Die 27 Aspirationspunktionen der Lymphknoten stellten mit 5% der Gesamtpunktionen das am wenigsten punktierte Organ in unserer Studie dar. Die Sensitivität für die ultraschallgezielte Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse in unserer Studie betrug 68,2% und die Spezifität 100%. Takes et al. (63) erzielten bei der ultraschallgesteuerten Aspirationspunktion regionaler Lymphknotenmetastasen im Kopf und Nackenbereich nur eine Sensitivität von 77,0% und eine Spezifität von 100,0%.

Gupta et al. (64) untersuchten die ultraschallgezielten Aspirationspunktionen von Lymphknoten im abdominalen Raum bei 102 Patienten. Sie befanden die Methode als effektiv zur Erkennung maligner Prozesse, da sie in 85,2% der Punktionen ausreichend Material gewinnen konnten und zu 54% konnte malignes Gewebe richtig diagnostiziert werden. Unsere Ergebnisse bestätigen diese Aussage nicht unmittelbar, jedoch sollte der

reduzierte Gesamtumfang unserer betrachteten punktierten Lymphknoten (n=27) berücksichtigt werden. Nach Weiss et al. (65) stehen einer Steigerung von Sensitivität und Spezifität zwei Dinge gegenüber. Zum einen die Fehlpunktionen und zum anderen ein durch den Pathologen als zweifelhaft erklärter Befund. (Tab. 25)

Sensitivität und Spezifität ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren von Lymphknoten		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	68,2 %	100 %
Takes et al. (63)	77 %	100 %
Gupta et al. (64)	In 85,2% ausreichend Material gewonnen, davon in 54% maligne Zellen nachweisbar	
Weiss et al. (65)	In 93,8 % korrekte Punktionsaussage	

Tab. 25: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren von Lymphknoten in der Literatur und in unserer Studie.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Aspirationspunktionen des Retroperitoneums unserer Studie ergab sich eine Sensitivität von 87,5 % und eine Spezifität von 100%. Holtkamp et al. (66) untersuchten die Aspirationspunktionen des abdominalen und retroperitonealen Raumes von 558 Patienten. Die Untersuchung wurde in zwei voneinander unabhängige Studien aufgeteilt. Dabei ergaben sich Sensitivitäten von 88 bzw. 80% und Spezifitäten von 100 und 99%. In der Studie von Triller J (67) wurde dem Verfahren der Aspirationspunktion des Retroperitoneums ebenfalls eine hohe diagnostische Aussagekraft zugesprochen, da maligne Zellen zu 75% bei Neoplasien der Niere und zu 62 % maligne Zellen bei retroperitonealen Lymphknotenmetastasen und primär malignen Lymphknoten nachgewiesen werden konnten. (Tab. 26)

Sensitivität und Spezifität ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren des Retroperitoneums		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	87,5 %	100 %
Holtkamp et al. (66) St. 1	88 %	100 %
Holtkamp et al. (66) St. 2	80 %	99 %
Triller J (67)	Nachweis maligner Zellen: Neoplasie der Niere 75 % Retrop. LK-Metastasen und primär maligne LKs 62 %	

Tab. 26: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren des Retroperitoneums in der Literatur und in unserer Studie.

Die in unserer Studie ermittelte Sensitivität von 72,3% und Spezifität von 100% bei den Sonstigen Organen (Bauchdecke, Gastrointestinaltrakt, Harnblase, Adnexe, Extremitätenweichteile, Milz) muss ähnlich wie bei den Sensitivitäten und Spezifitäten der Lymphknoten unter Berücksichtigung der geringen Gesamtanzahl an Aspirationspunktionen (n=28) betrachtet werden. Berücksichtigt man ferner die oben aufgeführte weitere Aufschlüsselung der Sonstigen Organe, lassen sich keinerlei statistisch verwertbare Aussagen treffen. Outchikov et al. (68) zeigten in ihrer Studie von Aspirationspunktionen im Abdomen unter Ultraschallkontrolle eine Sensitivität von 87,8% und eine Spezifität von 96,1% bei 85 Patienten. (Tab. 27)

Sensitivität und Spezifität ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der „Sonstigen Organe“		
Autoren	Sensitivität	Spezifität
Unsere Studie	72,3 %	100 %
Outchikov et al. (68)	87,8 %	96,1 %

Tab. 27: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Sonstigen Organe (Bauchdecke, Gastrointestinaltrakt, Harnblase, Adnexe, Extremitätenweichteile, Milz) in der Literatur und in unserer Studie.

Die DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) hat Studien über Risiken und Komplikationen bei jeweils über 66.000 erfassten sonographisch gezielten Aspirationspunktionen durchgeführt. In diesen Studien zeigte sich eine Komplikationsrate von insgesamt nur 0,59% bei der Gewinnung zytologischen Materials (diagnostische Punktionen). Bei den Aspirationspunktionen, die aus therapeutischen Gründen erfolgten, traten in 1,98% Komplikationen auf. Insgesamt zeigte sich in der Studie von 1996, dass die Gesamtkomplikationsrate sowohl bei diagnostischen als auch therapeutischen Materialentnahmen, im Gegensatz zu der Vorstudie von 1988, von 0,51% auf 0,81% zugenommen hat. Die Ursache für die steigende Komplikationsrate bei Aspirationspunktionen kann in der besseren Dokumentation und weiteren Verbreitung der Anwendung begründet sein (69,22).

In den in unserer Studie untersuchten 499 diagnostischen Aspirationspunktionen traten bei nur sechs (1,2%) diagnostischen Aspirationspunktionen Komplikationen auf, wobei dreimal eine leichtere Blutung, zweimal Schmerzen und einmal eine selbstlimitierende Makrohämaturie festgestellt worden sind. Die diskrete subkapsuläre Blutung ebenso wie die Schmerzen traten bei Leberpunktionen auf, die Makrohämaturie bei einer Punktion im Retroperitoneum..

Bei den 136 Aspirationspunktionen, die aus therapeutischen Gründen durchgeführt worden sind, trat bei nur einer Punktion (0,74%) eine Komplikation auf. Die bei den diagnostischen und therapeutischen Aspirationspunktionen aufgetretenen Komplikationen waren alle leichter Natur und bedurften keiner therapeutischen Maßnahme.

Wie in der Einleitung dieser Arbeit genauer dargelegt, gilt die ultraschallgezielte Aspirationspunktion in der Literatur (21-37) trotz der verschiedenen Angaben über die Komplikationen, als sichere und komplikationsarme Methode bei strenger Indikationsstellung (Tab. 28).

Komplikationsrate ultraschallgezielter Aspirationspunktionen		
Autoren	Diagnostische Punktionen	Therapeutische Punktionen
Unsere Studie	1,2 %	0,74 %
DEGUM 1996 (22)	0,59 %	1,98 %
DEGUM 1988 (69)	0,46 %	0,67 %

Tab. 28: Komplikationsrate bei ultraschallgezielten Aspirationspunktionen erhoben durch die DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) und in unserer Studie

In unserer Studie wurden ausschließlich Aspirationspunktionen betrachtet, bei denen nur zytologisch aufarbeitbares Material zur Diagnostik gewonnen worden ist. Bei der Frage, ob zytologisches Material, gewonnen durch Aspirationspunktionen, alleine zur Diagnostik ausreicht, oder ob histologisches Material, gewonnen durch Grobnadelpunktionen, vorzuziehen ist bzw. zusätzlich entnommen werden sollte, finden sich in der Literatur viele Autoren, die eine Aspirationspunktion für ausreichend (s.u.) befinden.

So zeigt sich bei den 499 durchgeführten ultraschallgezielten Aspirationspunktionen unserer Studie, dass in 93,8 % der Fälle eine alleinige zytologische Auswertung des gewonnenen Materials ein aussagekräftiges Ergebnis hervorgebracht hat. Voit et al. (70) beschrieben sogar eine Sensitivität von 97,9 % und eine Spezifität von 100,0% bei der Gewinnung zytologisch aufarbeitbaren Materials mittels ultraschallgezielter Feinnadelpunktion zum Zwecke der frühen Erkennung von Melanometastasen. In dem von Swobodnik et al. (71) untersuchten Patientengut wurden abdominale Tumoren mit einer Sensitivität von 82,6% und einer Spezifität von 100 % ultraschallgezielt feinnadelpunktiert. Im Gegensatz dazu lag die Sensitivität der Grobnadelpunktionen bei demselben Patientengut bei nur 72,0%, die Spezifität war gleich. Somit bot das zytologisch gewonnene Material ausreichende Informationen, die für das weitere therapeutische Procedere von Bedeutung waren. Aufgrund dieser Ergebnisse empfehlen Swobodnik et al. zur Tumorabklärung im Abdominalraum der Feinnadelpunktion den Vorzug zu geben. Auch Longchamp, Patriarche und Fabre (72) zeigten in ihrer Studie, dass das allein zytologisch aufarbeitbare Material mit 75,0% eine höhere Sensitivität hat als das allein histologisch aufarbeitbare Material mit 68,0%. Ebenso wie bei Swobodnik et al. war die

Spezifität in beiden Untersuchungsgruppen jeweils 100,0% und es traten weder bei den Feinnadel- noch Grobnadelpunktionen Komplikationen auf.

Trotz der guten Ergebnisse, welche durch zytologisch auswertbares Gewebe erzielt werden können, beenden Wernecke et al. (73) die Punktion eines soliden Lebertumors erst dann, wenn sie einen histologisch aufarbeitbaren Gewebspartikel gewonnen haben. Brambs et al. (74) bevorzugen ebenfalls histologisch aufarbeitbares Material wegen der aus den Untersuchungsergebnissen resultierenden weiteren therapeutischen Maßnahmen und da die Zytologie bei der Bearbeitung des Materials störanfällig sei. Die Arbeitsgruppe um Buscarini et al. (75) untersuchte retrospektiv 2091 ultraschallgezielte Fein- und Grobnadelpunktionen fokaler Lebertumoren, bei denen das histologische Ergebnis ebenfalls besser ausfiel als das Zytologische. Die Untersuchung der ultraschallgezielten Feinnadelpunktionen zeigte eine Sensitivität von 91,1% und eine Spezifität von 99,5%. Es mussten teilweise bis zu drei Punktionsversuche unternommen werden. Die alleinige ultraschallgezielte Grobnadelpunktion hatte eine Sensitivität von 93,5% und eine Spezifität von 100,0%. Beide Methoden gemeinsam ergaben eine Sensitivität von 97,4 % und eine Spezifität von 100,0%. In einer retrospektiven Studie von Weiss et al. (76), bei der 138 Feinnadelpunktionen im thorakalen und abdominalen Bereich zur Gewinnung histologischen Materials durchgeführt worden waren, zeigte sich eine Gesamtsensitivität von 93,4 % und eine Gesamtspezifität von 100,0 %. Zur endgültigen Diagnostik sind Mehrfachpunktionen nötig gewesen. Auch in unserer Studie sind in 28 (5,6%) der 499 Gesamtpunktionen Wiederholungspunktionen notwendig gewesen. Selbst wenn Wiederholungspunktionen notwendig sein sollten, spricht dies nicht gegen eine Diagnostik mittels Aspirationspunktion (77). Die Gründe für Wiederholungspunktionen sind verschiedener Art: z.B. kann zu wenig Material gewonnen worden sein, da der zu punktierende Tumor mit der Punktionsnadel schlecht erreichbar oder die Compliance des Patienten nicht optimal gewesen ist. (Tab. 29)

Sensitivitäten und Spezifitäten bei der Diagnostik maligner Prozesse mittels Fein- und Grobnadelpunktionen				
Autoren	Feinnadelpunktion		Grobnadelpunktion	
	Sensitivität	Spezifität	Sensitivität	Spezifität
Voit et al. (70)	97,9 %	100 %	keine Angaben	
Swobodnik et al. (71)	82,6 %	100 %	72 %	100 %
Longchamp, Patriarche und Fabre (72)	75 %	100 %	68 %	100 %
Buscarini et al. (75)	91,1 %	99,5 %	93,5 %	100 %
Weiss et al. (76)	keine Angaben		93,4 %	100 %

Tab. 29: Sensitivitäten und Spezifitäten bei der Erkennung maligner Prozesse mittels Fein- bzw. Grobnadelpunktion in der Literatur.

Tikkakoski et al. (78) untersuchten, welchen Einfluss Aspirationspunktion, Schneidbiopsie oder die Kombination aus beiden Methoden auf die Materialgewinnung und deren Ergebnis haben. In ihrer Studie wurden 155 Punktionen abdominaler und thorakaler Raumforderungen durchgeführt. Ausreichend Material für histologische Untersuchungen gewannen sie in 87,0% der Fälle, bei diesen wurde eine korrekte Diagnose in 98,0% erzielt. Ausreichend Material für zytologische Untersuchungen gewannen sie in 98,0%, bei diesen wurde eine korrekte Diagnose in 88,0% erzielt. Bei der Kombination beider Verfahren zeigte sich eine korrekte Diagnose in 97,0%.

Eine ähnlich Studie von Bolter et al. (79), bei der 253 Punktionen untersucht worden sind, zeigte ein umgekehrtes Ergebnis. Ausreichende Materialgewinnung mittels Aspirationspunktion war in 72,8%, eine Diagnose in 68,0% möglich. Bei der Schneidbiopsie war in 85,4% Material gewonnen worden und eine Diagnose war in 80,6% möglich. Das beste Ergebnis mit 91,3% brachte die Kombination beider Methoden.

4.2 Ultraschallgezielte therapeutische Aspirationspunktionen

Bei der retrospektiven Auswertung der ultraschallgezielten therapeutischen Aspirationspunktionen war das Ziel aufzuzeigen, wie häufig therapiebedürftige Raumforderungen wie Abszesse, Pseudozysten oder Ergüsse durch ultraschallgezielte (repetitive) Aspirationspunktionen komplikationsarm eine endgültige Remission bewirken können. Untersucht worden sind Punktionen von Leber- und Milzabszessen, Pankreaspseudozysten und Pleuraempyemen.

In unserer Studie wurde bei den 52 durchgeführten Aspirationspunktionen der 27 Leberabszesse eine nicht chirurgische Remission in 96,3% erzielt, nur in einem Falle war eine Operation notwendig. Die betroffene Leber hatte multiple Leberabszesse, sodass man minimal invasiv keine Heilung erzielen konnte. Bei den 24 Aspirationspunktionen der 10 Milzabszessen war sogar eine 100%-ige, nicht chirurgische, Heilung erreicht worden. So ergibt sich für alle punktierten 37 Abszesse eine erfolgreiche Remission von 97,3% mit nur einem chirurgischen Eingriff. In einem Fall (1,92%) trat bei der dritten Wiederholungspunktion eines Leberabszesses eine kleine subkapsuläre Blutung auf, welche keiner weiteren Therapie bedurfte.

Gab das punktierte Material während der therapeutischen Aspirationspunktionen Anhalt für einen Abszess, so wurde zunächst die Abszesshöhle soweit wie möglich mittels Aspiration entleert und anschließend mit Kochsalz gespült. Zusätzlich wurde direkt ein Antibiotikum (Aminoglykosid) instilliert und es erfolgte eine zusätzliche systemische antibiotische Therapie. Das aspirierte Material wurde umgehend zur bakteriologischen Aufarbeitung weitergeleitet. Nach Erhalt des Erregerspektrums wurde die bestehende Antibiotikatherapie angepasst. Eine ähnliche Vorgehensweise beschrieben Giorgio et al. (80), Petersdorf et al. (81) und Schwerk et al. (82, 83, 84). Auch sie verwendeten zur Instillation ein Aminoglykosid (Tobramycin o. Gentamycin).

In den in der Literatur beschriebenen Therapien von Abszessen nach ultraschallgesteuerter Aspirationspunktion findet man jedoch überwiegend, dass zusätzlich zur Aspiration eine systemische Antibiose (85, 86, 87, 88, 89, 90) verabreicht wurde. In den Berichten von Olivera et al (91) und Berger et al (92) erfolgte zunächst eine systemische Breitbandantibiose, welche anschließend durch die Ergebnisse von Blut- und/oder Eiterkulturen modifiziert worden sind.

In einer Untersuchung von Schwerk et al. (82) von insgesamt 41 diagnostischen und therapeutischen Aspirationspunktionen von Leber- und Milzabszessen zeigte sich eben-

falls eine sehr gute, nicht chirurgische Heilungsrate von 96,4 %. Die Komplikationsrate lag mit 4,9 % höher als die unserer Studie, jedoch handelte es sich ebenfalls um nicht-therapiebedürftige Blutungskomplikationen. Im Gegensatz zu unserer Studie verstarb in der Studie von Schwerk et al. ein Patient (Letalitätsrate 3,6 %) an einer generalisierten Sepsis nach operativem Eingriff, wobei zu beachten ist, dass dieser Patient multiple Leberabszesse hatte. Die in unserem Patientengut punktierten Abszesse waren meist solitär vorhanden. (Tab. 30)

Therapeutische Aspirationspunktionen von Leber- und Milzabszessen		
	Unsere Studie	Schwerk et al. (82)
Nicht chirurgische Heilungsrate	97,3 %	96,4 %
Komplikationsrate	1,92 %	4,9 %
Postoperative Letalitätsrate	keine	3,6 %

Tab. 30: Heilungs-, Komplikations- und Letalitätsrate bei Aspirationspunktionen von Leber- und Milzabszessen in unserer Studie im Vergleich mit der Literatur.

Baek et al. (85) zeigten auf, dass vor allem bei solitären Leberabszessen die (wiederholte) Aspirationspunktion in Kombination mit lokaler und systemischer Antibiotikagabe ein sehr gutes therapeutisches Verfahren ist. In ihrer Studie wurden 18 Abszesse (72%) einmalig punktiert, 4 (16%) wurden zweimal innerhalb von 8 Tagen, zwei (8%) wurden dreimal innerhalb von 14 Tagen und einer (4%) wurde innerhalb von 10 Tagen viermal punktiert. Persistierendes Fieber, Überempfindlichkeit und Schmerzen im rechten oberen Quadranten und Leukozytose waren Indikationen für Wiederholungspunktionen.

In einer Studie von Schwerk et al. (83) wurden Punktionen von 8 Milzabszessen untersucht. Sechs Patienten hatten solitäre und zwei multiple Abszesse. Bei sieben Patienten wurden insgesamt 15 Punktionen mit lokaler Antibiotikainstillation durchgeführt, einmal erfolgte eine Katheterdrainage. Bei sieben (88%) der acht Patienten reichten zur Abszessheilung alleinige Aspirationspunktionen mit Antibiotikagabe zur kompletten Heilung aus. In einem Fall, bei einem Patienten mit multiplen Abszessen, war eine Splenektomie notwendig. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine Splenektomie nur bei nicht transcutan erreichbaren Milzabszessen oder bei nicht erfolgreichen Abszessdrainagen durchgeführt werden sollte.

Venkataramu et al. (93) untersuchten in einer ihrer Studien die Effektivität einer Aspirationspunktion bei Milzabszessen bei der Erregersuche. So konnte bei 22 von 35 Patienten (62,8%) eine definitive Diagnose mittels ultraschallgezielter Aspirationspunktion gestellt werden.

Der in unserer Studie aufgetretene operative Eingriff war bei multiplen Abszessen in der Leber durchgeführt worden. Die übrigen Abszesse heilten mittels repetitiver Aspirationspunktion in Kombination mit lokaler und systemischer Antibiotikagabe aus.

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei Halasz und van Sonnenberg (94), die Aspirationspunktionen bei solitären Abszessen für ausreichend befanden. Diese Methode bei multiplen Abszessen jedoch nur als temporäre Lösung ansehen.

Schmüdderich et al. (95) beschrieben drei Fälle von Streptokokkenabszessen der Leber bei Patienten ohne Vorerkrankungen im Alter von 27-52 Jahren. Diese wurden ultraschallgezielt punktiert und zusätzlich erhielten die Patienten eine systemische Antibiotikagabe. Bedingt durch diese kombinierte Therapie und die ansonsten gesunden Patienten heilten alle drei Abszesse ohne chirurgische Intervention komplikationslos ab.

Heckemann und Wernecke (96) untersuchten die Behandlung von 29 abdominalen Abszessen. Ihre Studie zeigte, dass 26 Mal eine Punktion durchgeführt worden ist, welche in 23 (88%) Fällen erfolgreich war.

Die guten Ergebnisse, welche bei Aspirationspunktionen von Leber- und Milzabszessen beschrieben worden sind (85, 83, 93-96; siehe oben), spiegeln sich bei der Aspirationspunktion von Pankreas(pseudo)zysten nur annähernd wieder.

Hier finden sich Angaben von 58% erfolgreichen Aspirationspunktionen sowie 62% erfolgreichen Katheterdraingen. Punktiert wurden verschiedene Kategorien von Pankreasveränderungen: Pseudozysten nach Pankreatitis, postoperativ bzw. posttraumatisch und echten Zysten (97).

In unserer Studie waren 87,5% der Aspirationspunktionen des Pankreas erfolgreich. Zwölfmal (37,5%) ist bei Pseudozysten von größer 6 cm Durchmesser eine operative Sanierung notwendig gewesen.

Grosso et al. (98) erzielten durch eine einmalige Aspirationspunktion von Pankreaspseudozysten in 71% der Fälle eine Remission. Bessere Ergebnisse fanden sich in seiner Studie durch Katheterdrainagen ebenso wie bei van Sonnenberg et al. (99), die durch eine Katheterdrainage bei 91 (90,1%) von 101 Pankreaspseudozysten eine Remission erlangten. (Tab. 31)

Therapeutische Aspirationspunktionen von Pankreaspseudozysten	
	Komplette Remission
Unsere Studie	87,5 %
Grosso et al. (98)	71 %

Tab. 31: Rate der kompletten Remission von Pankreaspseudozysten nach Aspirationspunktionen unserer Studie im Vergleich mit der Literatur.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine ultraschallgesteuerte (wiederholte) Aspirationspunktion in Kombination mit lokaler und systemischer Antibiotikagabe eine erfolgreiche, komplikationsarme Methode bei der Therapie von solitären Milz- und Leberabszessen darstellt. Individuell lassen sich durch zusätzliche Katheterdrainagen teilweise noch bessere Ergebnisse erzielen. Bei multiplen Abszessen sind je nach Größe und Inhalt direkt Katheterdrainagen bzw. eine Operation indiziert. Die Komplikationsraten durch Aspirationspunktionen, Katheterdrainagen oder Operationen ergeben sich durch die sonstigen Vorerkrankungen der Patienten. Die in der Literatur beschriebenen letalen Ausgänge von Punktionen bzw. Operationen bei Abszessen betrafen meist ältere Patienten und solche mit weiteren Vorerkrankungen oder multiplen Abszessen.

5 Zusammenfassung

Schon seit Jahrhunderten ist es das Bestreben in der Medizin, Raumforderungen unklarer Dignität und Genese auf möglichst minimal invasivem Wege diagnostizieren bzw. therapieren zu können.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es zum einen, die Sensitivitäten und Spezifitäten bei der Erkennung maligner Prozesse sowie die Komplikationsrate der sonographisch gesteuerten Aspirationspunktionen, welche im Ultraschalllabor des Universitätsklinikums Marburg durchgeführt worden sind, mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen zu vergleichen.

Zum anderen war das Ziel aufzuzeigen, ob die im Ultraschalllabor des Universitätsklinikums Marburg erzielten Therapieergebnisse bei der ultraschallgezielten (repetitiven) Aspirationspunktion von Abszessen, Pseudozysten oder Ergüssen den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen gleichen.

Untersucht worden sind Punktionen abdominaler und thorakaler Raumforderungen.

Bei den im ersten Teil insgesamt 499 ultraschallgezielten diagnostischen Aspirationspunktionen reichte in 93,8 % der Fälle eine alleinige zytologische Auswertung des gewonnenen Materials aus, um das weitere therapeutische Procedere zu bestimmen. Die Sensitivitäten der ultraschallgezielten Aspirationspunktion bei der Erkennung maligner Prozesse lagen zwischen 61,5 % (Thorax) und 91,7 % (Schilddrüse). Die Spezifitäten lagen bei allen punktierten Organen zwischen 99,1 % und 100 %.

Bis auf die niedrigere Sensitivität und Spezifität bei der Erkennung maligner Raumforderungen der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen des thorakalen Bereiches unserer Studie, waren die Ergebnisse der übrigen punktierten Organe vergleichbar mit den in der Literatur beschriebenen. Die geringere Sensitivität unserer Thoraxpunktionen bestätigt die Aussagen in der Literatur, dass in luftgefüllten Organbereichen einer CT-gesteuerten Punktion der Vortritt gegeben werden sollte.

Bei nur sechs (1,2%) diagnostischen Aspirationspunktionen traten Komplikationen leichter Art auf und bedurften keiner therapeutischen Maßnahme. Die in der Literatur beschriebene Komplikationsrate ist etwas niedriger.

In dem zweiten Teil unserer Studie sind 136 ultraschallgezielte therapeutische Aspirationspunktionen von Leber- und Milzabszessen, Pankreaspseudozysten und Pleuraempy-

emen retrospektiv untersucht worden. 97,3 % der Abszess-, 53,13% der Pseudozysten- und 100 % der Empyempunktionen heilten durch die alleinige Punktion ab. Ein Leberabszess und zwei Pankreaspseudozysten von >10 cm Durchmesser und eine Pseudozyste mit einem Durchmesser von 6-10 cm mussten operativ entfernt werden. In unserer Studie handelte es sich fast ausschließlich um Patienten mit solitären Abszessen. Die Erfolgsrate unserer therapeutischen Aspirationspunktionen stimmt mit den in der Literatur beschriebenen Raten überein.

Bei den 136 Aspirationspunktionen, die aus therapeutischen Gründen durchgeführt worden sind, trat bei nur einer Punktion (0,74%) eine leichte Komplikation auf und bedurften keiner therapeutischen Maßnahme. In der Literatur zeigte sich eine leicht höhere Komplikationsrate.

Abschließend kann man festhalten, dass die ultraschallgezielte diagnostische Aspirationspunktion mit dem Ziel, zytologisch aufarbeitbares Material zu gewinnen, eine gute, aussagekräftige und komplikationsarme Methode ist. Bei Punktionen des thorakalen Bereiches sollte anhand unserer Ergebnisse individuell abgewogen werden, ob nicht direkt eine Grobnadelpunktion erfolgen und ob diese CT-gesteuert durchgeführt werden sollte.

Die therapeutisch durchgeführte (repetitive) Aspirationspunktion in Kombination mit lokaler und systemischer Antibiotikatherapie ist ebenfalls eine gute und komplikationsarme Methode, die einen operativen Eingriff oft vermeiden lässt. Im Gegensatz zu solitären Abszessen ist bei multiplen Abszessen eine Operation oft unumgänglich und die Komplikationsrate bzw. Letalität ist erhöht. Bei der Therapie multipler Abszesse sollten Katheterdrainagen Mittel der Wahl sein. Pleuraempyeme wurden alle erfolgreich und komplikationslos mittels wiederholter Aspirationspunktion therapiert.

6 Bildanhang

Photographische Dokumentation einer Aspirationspunktion der Leber in der Abteilung für Innere Medizin im Klinikum der Philipps-Universität Marburg:



Bild 1: Benötigtes Material für eine Aspirationspunktion.



Bild 2: Picker International 3,5 Biopsy Linearscanner



Bild 3: Ausmessen der Tiefe, in der der raumfordernde Prozess lokalisiert ist



Bild 4: Markierung der Punktionsstelle auf dem Körper des Patienten



Bild 5: Setzen der Lokalanästhesie mit Ultracain® 1%

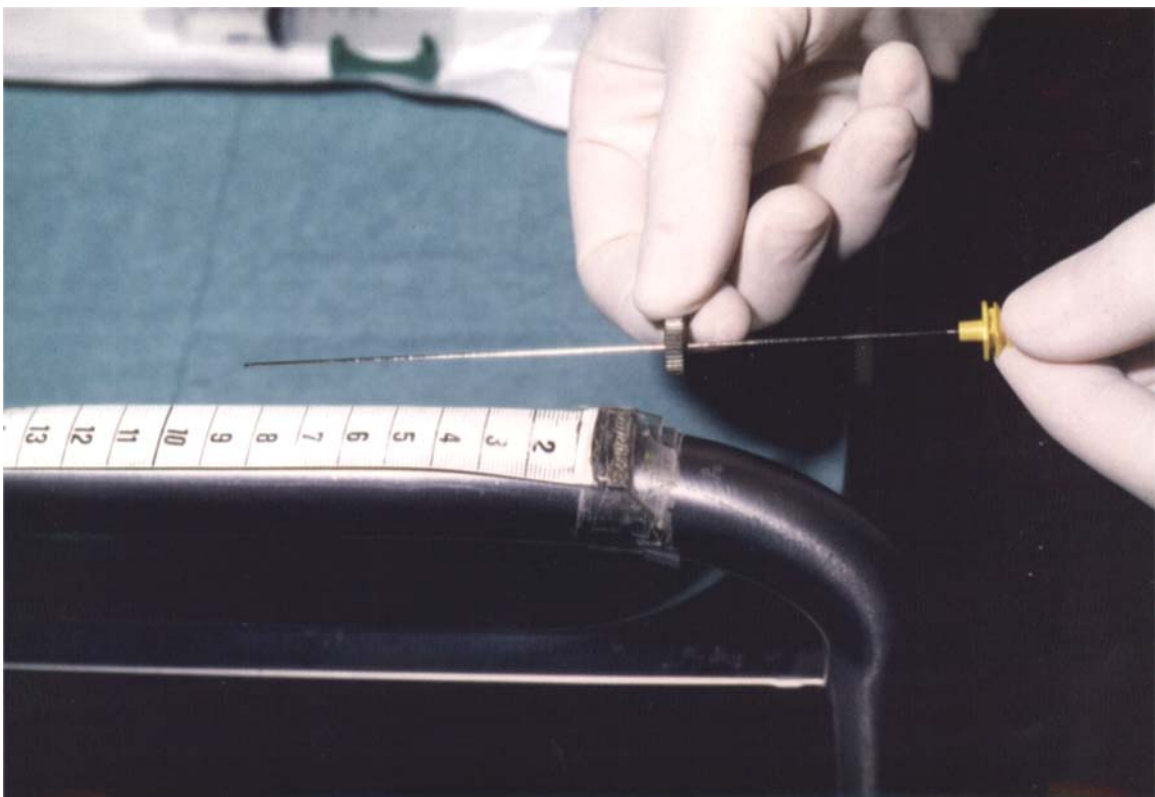


Bild 6: Länge der Punktionsnadel, bis zur Tiefe der Raumforderung, einstellen



Bild 7: Einstellen der Raumforderung mit dem Punktionsschallkopf



Bild 8: Einführen der Punktionsnadel durch den Punktionsschallkopf bis zur Raumforderung



Bild 9: Aspiration mit der Punktionsnadel

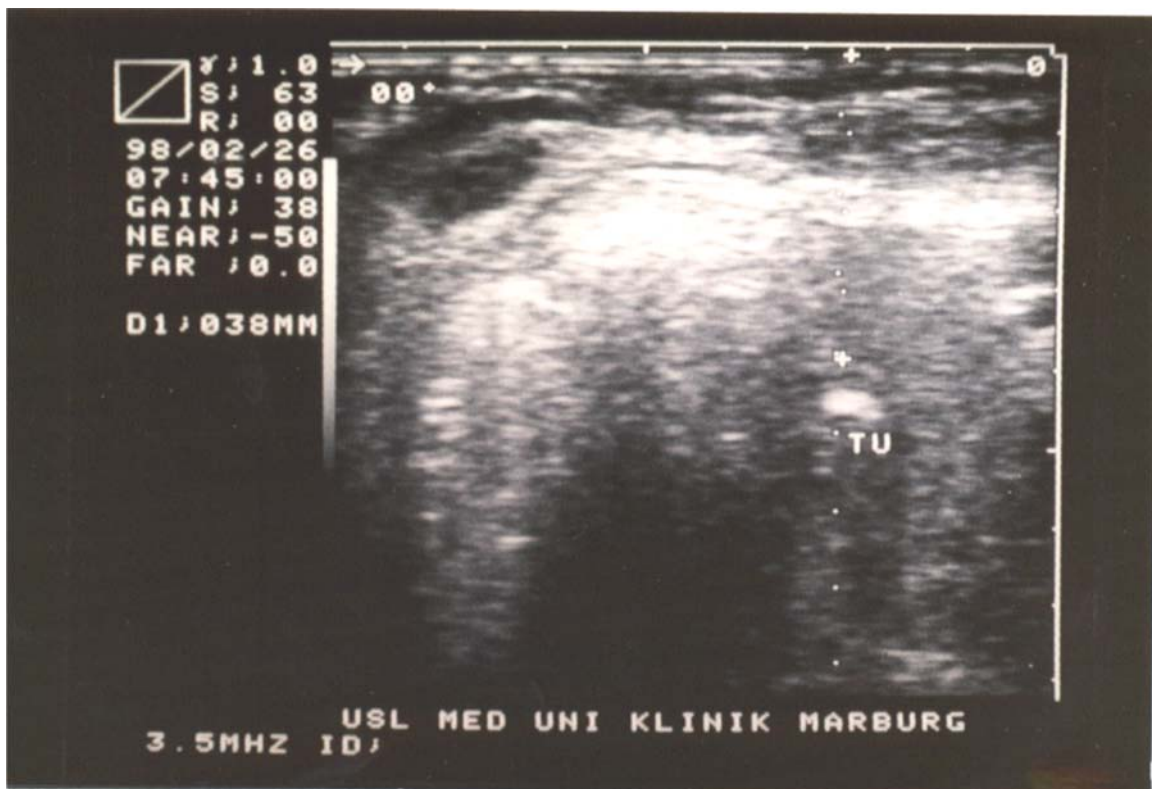


Bild 10: Raumforderung der Leber und Schallschatten der Punktionsnadel

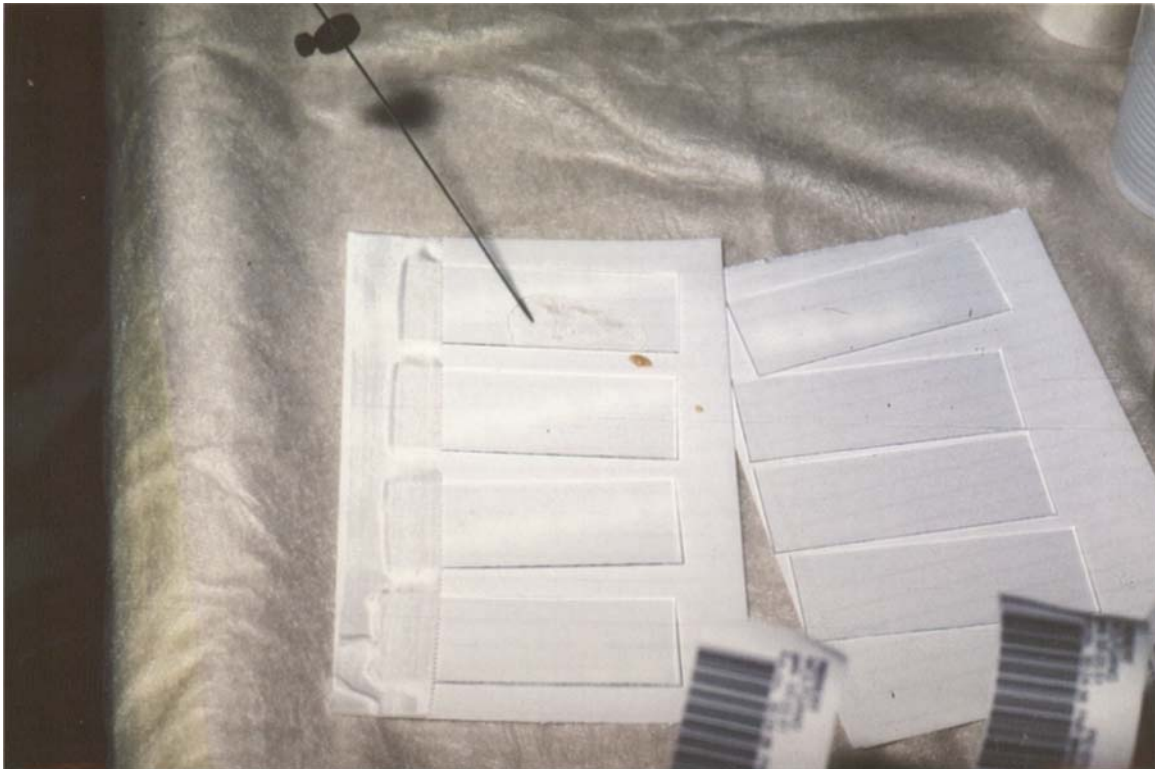


Bild 11: Auftragen des aspirierten Materials auf Objektträger



Bild 12: Gabe eines Teils des aspirierten Materials in einen Eppendorf®-Tube

7 Literatur

1. Hippokrates: Die ärztliche Kunst. In: Diller H.; Hippokrates Ausgewählte Schriften. *Reclam*. Stuttgart.(1994) 228-240
2. Hafter E: Laparoskopie. In : Praktische Gastroenterologie. *Georg Thieme Verlag*. Stuttgart. (1970) 383-384
3. Brühl W: Zwischenfälle und Komplikationen bei der Laparoskopie und gezielten Leberpunktionen. *Dtsch med Wschr* 51 (1966) 2297-2298
4. Gebel M et al.: Ultraschallgezielte Feinnadelpunktion abdomineller Organe: Indikationen, Ergebnisse, Risiken. *Ultraschall* 7 (1986) 198-202
5. Weiss H: Ultraschall-Diagnostik innerer Organe einschließlich der gezielten Feinnadel-Biopsie. *Fortschr Med* (1983) 326-331
6. Curie J, Curie P: Développement, par pression, de l'électricité polaire dans les cristaux hémihédres à faces inclinées. *Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*. Paris (1880)
7. Stein J, Martin C: Physikalisch-technische Grundlagen. In: Günter Schmidt (Hrsg.): Ultraschall-Kursbuch; *Georg Thieme Verlag*; Stuttgart; New York (1994) 13/15
8. Kunze-Mühl E: Chromosomenanalyse nach Ultraschalleinwirkung. *Humangenetik* 14 (1972) 237-246
9. Abdulla U et al.: Effect of diagnostic ultrasound on maternal and fetal chromosomes. *Lancet* (1971) 829-831
10. Levi S et al.: In vivo effect of ultrasound at human therapeutic doses on marrow cell chromosomes of golden hamster. *Humangenetik* 25 (1974) 133-141
11. Wessels G, Weber P: Physikalische Grundlagen. In: Braun-Günther-Schwerk (Hrsg.): *Ultraschalldiagnostik*. Lehrbuch und Atlas. Ergänzungslieferung. ecomed. (1984) 26-28
12. Bang J, et al.: Gibt es Nebenwirkungen der Ultraschalldiagnostik? *Ultraschall* 2 (1981) 50-52
13. Schwerk WB et al.: Perkutane Punktionen und Drainagen von Pankreaspseudozysten. *Z Gastroenterol* (1989) 432-437
14. Görg Ch et al.: Interventionelle Sonographie im Bereich des Abdomens – diagnostische und therapeutische Punktionen.
15. Charboneau JW et al.: CT and sonographically guided needle biopsy: Current techniques and new innovations. *AJR* 154 (1990) 1-10

-
16. Welch TJ et al.: CT-guided biopsy: Prospective analysis of 1000 procedures. *Radiology* 171 (1989) 493-496
 17. Gebel M et al.: Ultraschallgezielte Feinnadelpunktion abdomineller Organe: Indikationen, Ergebnisse, Risiken. *Ultraschall* 7 (1986) 198-202
 18. Otto R, Wellauer J: Erfahrungen mit der ultraschallgezielten Feinnadelpunktion unter permanenter Sichtkontrolle. *Fortschr Röntgenstr* 133 (1980) 385-388
 19. Otto RCh: Indikationen für ultraschallgezielte Eingriffe unter permanenter Sicht. 2. Therapeutische Punktionen.
 20. Caturelli E et al.: Percutaneous Biopsy in Diffuse Liver Disease: Increasing Diagnostic Yield and Decreasing Complication Rate by Routine Ultrasound Assessment of Puncture Site. *Am J Gastroenterol* (1996) 1318-1321
 21. Weiss H et al.: Sicherheit zytologischer Untersuchungen bei ultraschallgezielter Feinnadel-Biopsie von Pankreas-Tumoren. In: Kratochwil A, Reinhold E: *Ultraschalldiagnostik* 1977. Georg Thieme Verlag 1978, 129-131
 22. Weiss H, Dütsch U: Komplikationen der Feinnadelpunktion. DEGUM-Umfrage II. *Ultraschall in Med* 17 (1996) 118-130
 23. Wechsler JG et al.: Pneumatosis coli – eine Komplikation nach Feinnadelpunktion des Pankreas. *Ultraschall Klin Prax* (1993) 31-33
 24. Solinas A et al.: Abscess Formation in Hepatocellular Carcinoma: Complications of Percutaneous Ultrasound-Guided Ethanol Injection. *J Clin Ultrasound* (1993) 531-533
 25. Weiss H: Metastasenbildung durch Feinnadelpunktion? *Ultraschall* (1989) 147-151
 26. Caturelli E Et al.: Malignant Seeding after Fine-Needle Aspiration Biopsy of the Pancreas. *Diagn Imag clin Med* (1985) 88-91
 27. Fröhlich E et al.: Hautimpfmetastase nach Feinnadelpunktion eines Pankreaskarzinoms. *Ultraschall* (1986) 141-144
 28. Smith FP et al.: Cutaneous Seeding of Pancreatic Cancer by Skinny-Needle Aspiration Biopsy. *Arch Intern Med* (1980) 855
 29. Ferrucci JT et al.: Malignant Seeding of the Tract After Thin-Needle Aspiration Biopsy. *Radiology* (1979) 345-346
 30. Habscheid W: Hautmetastase nach ultraschallgezielter Feinnadelpunktion eines Pankreaskarzinoms. *Dtsch med Wschr* (1987) 283-284

-
31. Hamazaki K et al.: Needle tract implantation of hepatocellular carcinoma after ultrasonically guided needle liver biopsy: A case report. *Hepato-Gastroenterology* (1995) 601-606
 32. Bergenfeldt M et al.: Needle-Tract Seeding After Percutaneous Fine-Needle Biopsy of Pancreatic Carcinoma. *Acta Chir Scand* (1988) 77-79
 33. Habscheid W et al.: Stichkanalmetastasierung nach ultraschallgezielter Feinnadel-punktion. *Dtsch med Wschr* (1990) 212-215
 34. Edoute Y et al.: Fatal Hemoperitoneum after Fine-Needle Aspiration of a Liver Me-tastasis. *Am J Gastroenterol* (1992) 358-360
 35. Drinkovic I, Brkljacic B: Two Cases of Lethal Complications Following Ultra-sound-Guided Percutaneous Fine-Needle Biopsy of the Liver. *Cardiovasc Intervent Radiol* (1996) 360-363
 36. Weiss H et al.: Tödliche Komplikation einer Feinnadelbiopsie der Leber. *Dtsch med Wschr* (1988) 139-142
 37. Evans WK et al.: Fatal Necrotizing Pancreatitis Following Fine-Needle Aspiration Biopsy of the Pancreas. *Radiology* (1981) 61-62
 38. Harms V: In "Biomathematik, Statistik und Dokumentation", Harms Verlag Kiel, Nov. 1992: 65, 188
 39. Stuckmann G, Meier J, Otto R, Wellauer J: Die ultraschallgesteuerte Feinnadel-punktion gastrointestinaler Tumoren unter permanenter Sicht. *Ultraschall* 3 (1982) 87-91
 40. Otto R, Deyhle P: Guided puncture under real time sonographic control. *Radiology* 134 (1980) 784-785
 41. Otto R, Deyhle P: Ultraschallgezielte Feinnadelpunktion unter permanenter Sicht. *DMW* 104 (1979) 1665-1669
 42. Otto R, Deyhle P, Pedio L: Sonographisch gesteuerte percutane Feinnadel-aspirationspunktion von Pankreastumoren unter permanenter Sicht. *DMW* 105 (1980) 853-857
 43. Otto R: Indikation zur ultraschallgezielten Feinnadelpunktion unter permanenter Sicht. 1. Diagnostische Punktionen. *Ultraschall in Med* 4 (1983) 72-76
 44. Droese et al.: Ultrasound-guided percutaneous fine needle aspiration biopsy of ab-dominal and retroperitoneal masses. *Acta Cytologica* 28,4 (1984) 368-384
 45. Binder et al.: Sonographisch geführte Fein- und Grobnadelpunktion im abdominalen und retroperitonealen Raum. *DMW* 113 (1988) 43-48
-

-
46. Günter E: Welche klinische Bedeutung hat die ultraschallgezielte Feinnadelpunktion? *Krankenpflegejournal* 32 (1994) 26-33
 47. Takashima S, Fukuda H, Kobayashi T: Thyroid nodules: Clinical effect of ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy. *J Clin Ultrasound* 22 (1994) 535-542
 48. Lin et al.: Thyroid ultrasonography with fine-needle aspiration cytology for the diagnosis of thyroid cancer. *J Clin Ultrasound* 25 (1997) 111-118
 49. Wendt B, Khorsandi F, Otto RCh: Perkutane Lungenbiopsie unter Ultraschallkontrolle. *Ultraschall Klin Prax* (1993) 8: 119-125
 50. Wein BB, Dickgreber NJ, Günther RW: Protektiver Pneumothorax bei CT-gesteuerter Mediastinalpunktion. *Fortschr. Röntgenstr.* 166, 4 (1997) 346-350
 51. Chen et al.: Ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy of solitary pulmonary nodules. *J Clin Ultrasound* 23 (1995) 531-536
 52. Hsu et al.: Ultrasonically guided needle biopsy of anterior mediastinal masses: Comparison of carcinomatous and non-carcinomatous masses. *J Clin Ultrasound* 23 (1995) 349-356
 53. Westcott JL, Rao N, Colley DP: Transthoracic needle biopsy of small pulmonary nodules. *Radiology* 202 (1997) 97-103
 54. Hsu et al.: Ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy of lung cancers. *J Clin Ultrasound* 24 (1996) 225-233
 55. Chang et al.: Ultrasonography and ultrasonographically guided fine-needle aspiration biopsy of impalpable cervical lymph nodes in patients with non-small cell lung cancer. *Cancer* 70 (1992) 1111-1114
 56. Fornari F, Civardi G, Cavanna L, Buscarini L: US-guided fine needle biopsy of focal liver lesions and hepatocellular Carcinoma. *Ultraschalldiagnostik '91*, 229-231
 57. Fornari et al.: Ultrasonically guided fine-needle aspiration Biopsy: A highly diagnostic procedure for hepatic tumors. *Am J Gastroent* 85, 8 (1990) 1009-1013
 58. Schwerk WB, Schmitz-Moormann P: Ultrasonically guided fine-needle biopsies in neoplastic liver disease: Cytohistologic diagnoses and echo pattern of lesions. *Cancer* 48 (1981) 1469-1477
 59. Sautereau D et al.: Value of sonographically guided fine needle aspiration biopsy in evaluating the liver with sonographic abnormalities. *Gastroenterology* 93 (1987) 715-718

-
60. Pedio G, Zöbeli L, Landolt U: Die zytologische Diagnose des hepatozellulären Karzinoms anhand der ultraschallgesteuerten Feinnadelpunktion. *Schweiz med Wschr* 118 (1988): 239-243
 61. Fritscher-Ravens A et al.: Endosonography-guided, fine-needle aspiration cytology extending the indication for organ-preserving pancreatic surgery. *Am J Gastroenterol* 2000; 95 (9): 2255-2260
 62. Fröhlich E, Wehrmann K, Seeliger H, Vierling P, Frühmorgen P: Ultraschallgezielte Feinnadelzytologie und Feinnadelhistologie bei umschriebenen Pankreasprozessen. *Leber Magen Darm* 5 (1988) 236-244
 63. Takes et al.: Regional metastasis in head and neck. Squamous cell carcinoma: Revises value of US with US-guided FNAB. *Radiology* 1996; 198: 819-823
 64. Gupta S et al.: Sonographically guided fine needle aspiration biopsy of abdominal lymph nodes: experience in 102 patients. *J Ultrasound Med* 18,2 (1999): 135-139
 65. Weiss H, Uebel P, Seckinger H, Weiss A: Sonographisch gezielte Feinnadelpunktion zur Diagnosesicherung bei unbekanntem Primärtumor. *Ultraschalldiagnostik* '91, 235-237
 66. Holtkamp W et al.: Ultraschallgesteuerte Feinnadelpunktion. Grenzen der Methode im Abdomen und Retroperitonealraum. *Dtsch med Wschr* 115 (1990): 809-812
 67. Triller J: Ultraschallgezielte abdominale Punktionen. *Radiologe* 19 (1979): 173-181
 68. Outchikov P, Nedev P, Nedeva A: Feinnadelpunktion und -aspiration von pathologischen Herden im Abdomen unter Ultraschallkontrolle. *Zent. bl. Chir.* 115 (1990): 347-351
 69. Weiss H, Düntsch U, Weiss A: Risiken der Feinnadelpunktionen – Ergebnisse einer Umfrage in der BRD (DEGUM-Umfrage). *Ultraschall* 9 (1988) 121-127
 70. Voit et al.: Ultrasound-guided fine-needle aspiration cytology in the early detection of melanoma metastases. *Cancer* 2000; 90 (3): 186-193
 71. Swobodnik W, Janowitz P, Kratzer W, Wechsler JG et al.: Vergleich ultraschallgezielter Feinnadel- und Grobnadelpunktionen bei umschriebenen Läsionen im Abdomen. *Ultraschall in Med.* 11 (1990) 287-289
 72. Longchamp E, Patriarche C, Fabre M: Accuracy of cytology vs. microbiopsy for the diagnosis of well-differentiated hepatocellular carcinoma and macroregenerative nodule. Definition of standardized criteria from a study of 100 cases. *Acta Cytol* 2000; 44 (4): 515-523

-
73. Wernecke K, Heckemann R, Rehwald U: Ultraschallgeführte Feinnadelbiopsie herdförmiger Lebererkrankungen. Teil I: Maligne Lebertumoren. *Ultraschall* 5 (1984) 298-302
 74. Brambs HJ, Spamer C, Volk BA, Koch HK: Eine neue Feinnadelpunktionstechnik zur histologischen Diagnostik – Vorläufiger kasuistischer Beitrag. *Ultraschall* 5 (1984) 111-116
 75. Buscarini L, Fornari F, Bolondi L et al.: Ultrasound-guided fine-needle biopsy of focal liver lesions: techniques, diagnostic accuracy and complications. A retrospective study on 2091 biopsies. *Journal of Hepatology* 11 (1990) 344-348
 76. Weiss H, Uebel P, Weiss A, Bersch W: Die ultraschallgezielte Feinnadelpunktion. Komplikationslose Methode mit hoher Sensitivität und Spezifität. *Krankenhaus Arzt* 66, 11 (1993) 552-556
 77. Venkataramu et al.: Ultrasound-guided fine needle aspiration biopsy of gall bladder malignancies. *Acta Radiol* 1999; 40 (4): 436-439
 78. Tikkakoski et al.: Percutaneous ultrasound-guided biopsy. Fine needle biopsy, cutting biopsy, or both? *Acta Radiologica* 34 (1993), Fasc.1 30-34
 79. Bolter S, Roeren T, Egger C, Huslage C, Stamm B: CT- and ultrasound-guided biopsies: prospective comparison of fine-needle aspiration with true-cut biopsy in 103 patients. *Rofa Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 2000, 172 (5): 458-461
 80. Giorgio A et al.: Pyogenic liver abscesses: 13 years of experience in percutaneous needle aspiration with US guidance. *Radiology* 1995 Apr; 195 (1):122-4
 81. Petersdorf RG, Hirshmann JV. Localizes infections and abszesses. In: Isselbacher K et al. Harrison's principles of internal medicine. Tokyo, Japan: McGraw-Hill, 1980; 566-573
 82. Schwerk WB, Maroske D, Roth St, Arnold R: Ultraschall-geführte Feinnadelpunktionen in der Diagnostik und Therapie von Leber- und Milzabszessen. *Dtsch med Wschr* 111 (1986) 847-853
 83. Schwerk WB et al.: Ultrasound-guided percutaneous Drainage of pyogenic splenic abscesses. *J Clin Ultrasound* 22 (1994) 161-166
 84. Schwerk WB et al.: Perkutane Drainagen von Leber- und Milzabszessen. *Z Gastroenterol* 1991 Apr; 29 (4): 146-52
 85. Baek SY et al.: Therapeutic percutaneous aspiration of hepatic abscesses: effectiveness in 25 patients. *Am J Roentgenol* 160,4 (1993) 799-802
-

-
86. Weiler H et al.: Sonographiegesteuerte Feinnadelpunktion von Abszessen bei abdomineller Aktinomykose. *Ultraschall in Med* 2002; 23 (1): 52-56
 87. McCorkell SJ, Niles NL: Pyogenic liver abscesses: another look at medical management. *Lancet* 1985 Apr 6;1 (8432): 803-6
 88. Ch Yu S et al.: Pyogenic liver abscess: treatment with needle aspiration. *Clin Radiol* 1997 Dec; 52 (12): 912-6
 89. Verbanck J et al.: Sonographic detection of multiple Staphylococcus aureus hepatic microabscesses mimicking Candida abscesses. *J Clin Ultrasound* 1999 Oct; 27 (8): 478-81
 90. Wai-Man W et al.: Pyogenic liver abscess. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* 2002 Sept., Vol. 17 (9): 1001
 91. Olivera MA, Kershenobich D: Pyogenic liver abscess. *Curr Treat Options Gastroenterol* 1999 Apr; 2 (2): 86-90
 92. Berger LA, Osborne DR: Treatment of pyogenic liver abscesses by percutaneous needle aspiration. *Lancet* 1982 Jan 16;1 (8264): 132-4
 93. Venkataramu et al.: Ultrasound guided fine needle aspiration biopsy of splenic lesions. *Br J Radiol* 1999; 72 (862): 953-956
 94. Halasz NA, van Sonnenberg E: Drainage of intraabdominal abscesses. Tactics and Choices. *Am J Surg* 146 (1983) 112-115
 95. Schmüdderich W, Weber J, Kohler B, Riemann JF: Streptokokkenabszesse der Leber: Diagnostik und Therapie mittels ultraschallgezielter Punktion. *Ultraschall* 9 (1988) 116-120
 96. Heckemann R, Wernecke K: Abszeßtherapie durch ultraschallgeführte Feinnadelpunktion. *Ultraschall* 7 (1986) 218-223
 97. Schwerk WB, Görg K, Görg Ch, Richter G, Rothmund M: Perkutane Punktionen und Drainagen von Pankreaspseudozysten. *Z Gastroenterol* 27 (1989) 432-437
 98. Grosso et al.: Percutaneous Treatment (including Pseudocystgastrostomy) of 74 Pancreatic Pseudocysts. *Radiology* 173 (1989) 493-497
 99. van Sonnenberg et al.: Percutaneous Drainage of Infected and Noninfected Pancreatic Pseudocysts: Experience in 101 Cases. *Radiology* 170 (1989) 757-761

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schädigungsgrenze für diagnostisch angewendeten Ultraschall in Abhängigkeit von Intensität und Einwirkungsdauer. (11)	6
Abb. 2: Chiba-Biopsie-Nadel [angiomed® Bestellkatalog].....	7
Abb. 3: Schneidbiopsie-Kanüle [Bestellkatalog von Gallini]	9
Abb. 4: Umgang mit einer Schneidbiopsie-Nadel [Bestellkatalog von Gallini]	9
Abb. 5: Schematische Darstellung der ultraschallgesteuerten perkutanen externen Drainageverfahren von Pankreaspseudozysten (13);	10
Abb. 6: Freihandpunktion (14)	11
Abb. 7: Punktion mit zentral kanalisiertem Linear-Scanner (14).....	12
Abb. 8: Punktion mit am Transducer (Sektor-Scanner) arretierter Punktionsführung (14).	13
Abb. 9: Veränderung der Anzahl von Tumorzellen im Perfusat nach Anschluß der Niere an das Pumpsystem (A), Palpation (B), Feinnadelpunktion (C) und Menghini-Punktion (D) in Form einer Rangsummenkurve (25).....	17
Abb. 10: Altersverteilung aller punktierten Patienten und Häufigkeit der Punktionen in verschiedenen Altersstufen.....	21
Abb. 11: Anteil der diagnostischen (n=499) und therapeutischen (n=136) Aspirationspunktionen an den Gesamtpunktionen (n=635).	27
Abb. 12: Häufigkeit der durchgeführten Aspirationspunktionen bezogen auf einzelne Organe (n=499). (Sonstige Organe: Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase, Weichteile)	28
Abb. 13: Aufteilung der durchgeführten Aspirationspunktionen (n=499) sowie Darstellung weiterführender diagnostischer Maßnahmen	29
Abb. 14: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf alle punktierten Organe (n= 499).	31
Abb. 15: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in der Leber (n= 266).	32
Abb. 16: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in der Schilddrüse (n=60).	33
Abb. 17: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in dem Pankreas (n=54).....	34

Abb. 18: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen im Thoraxbereich (n=33).	35
Abb. 19: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen im Retroperitoneum (n=31).....	36
Abb. 20: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen in Milz, Abdomen, Gastrointestinaltrakt, Unterbauch und Weichteilen (n=28).	37
Abb. 21: „Erfolgreiche / nicht erfolgreiche Aspirationspunktionen“ bezogen auf Punktionen bei Raumforderungen der Lymphknoten (n=27).	38
Abb. 22: Ergebnisse der zytologischen Auswertung (n=499) in Häufigkeiten und Prozentwerten.	39
Abb. 23: Verteilung der Sensitivitäten und Spezifitäten ultraschallgezielter Aspirationspunktionen bei malignen Prozessen bezogen auf die jeweiligen Organe	40
Abb. 24: Verteilung der Schweregrade der aufgetretenen Komplikationen (n=6) nach durchgeführter Aspirationspunktion.....	45
Abb. 25: Zuordnung und Häufigkeit der leichten Komplikationen zu den Organen (n=6)	46
Abb. 26: Häufigkeiten der durchgeführten therapeutischen Aspirationspunktionen einzelner Organe (n=136).....	48
Abb. 27: Anzahl der durchgeführten therapeutischen Aspirationspunktionen (n=136) verteilt auf Leber- und Milzabszesse, Pankreaspseudozysten und Pleuraempyeme.	49

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Richtwerte für Auflösung und Abbildungstiefen in Abhängigkeit von der Frequenz (7).....	4
Tab. 2: Stichkanalmetastasen nach Aspirationspunktion – Literaturübersicht.....	18
Tab. 3: Tödliche Komplikationen nach Aspirationspunktion – Literaturübersicht.....	19
Tab. 4: Geschlechterverteilung der Patienten (n=537), bei denen diagnostische bzw. therapeutische Aspirationspunktionen durchgeführt worden sind.	22
Tab. 5: Verteilung der erfolgreichen und nicht erfolgreichen Aspirationspunktionen auf die einzelnen Organe. Sonstige Organe: Bauchdecke, Milz, Gastrointestinaltrakt, Harnblase und Weichteile.....	30
Tab. 6: Auswertung der Aspirationspunktionen: Häufigkeit der zytologischen Kategorien bezogen auf die einzelnen untersuchten Organe.	39
Tab. 7: Übersichtstabelle der Sensitivitäten und Spezifitäten der Aspirationspunktionen (n=499) bei der Erkennung maligner Prozesse.	40
Tab. 8: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (einmalige Aspirationspunktion).	43
Tab. 9: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (Schneidbiopsie).	43
Tab. 10: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (Operation).	44
Tab. 11: Größe der punktierten Raumforderungen bezogen auf die Organe (Wiederholte Aspirationspunktionen).	44
Tab. 12: Sechs Fälle, bei denen nach einer einmaligen diagnostischen Aspirationspunktion leichte Komplikationen aufgetreten sind	47
Tab. 13: Anzahl der Aspirationspunktionen pro Abszeß sowie Komplikationen bei 52 therapeutischen Aspirationspunktionen von 27 Leberabszessen.	51
Tab. 14: Anzahl der Aspirationspunktionen pro Abszeß sowie Komplikationen bei 24 therapeutischen Aspirationspunktionen von 10 Milzabszessen.	51
der Aspirationspunktionen pro Pankreaspseudozyste sowie Anzahl der Operationen nach therapeutischen Aspirationspunktionen von 32 Pankreaspseudozysten	52
Anzahl der Aspirationspunktionen pro Pleuraempyem sowie Komplikationen bei therapeutischen Aspirationspunktionen von 5 Pleuraempyemen.....	52

Tab. 17: Häufigkeit der Aspirationspunktionen bei Abszessen verschiedener Größe (n=37).	53
Tab. 18: Häufigkeit der Aspirationspunktionen bei Pankreaspseudozysten (n=32) verschiedener Größe.	53
Tab. 19: Häufigkeit der Aspirationspunktionen bei Pleuraempyemen verschiedener Größe (n=7).	53
Tab. 20: Gesamtsensitivitäten und –spezifitäten bei ultraschallgezielten Aspirationspunktionen im abdominalen, retroperitonealen und thorakalen Bereich in der Literatur und in unserer Studie.	57
Tab. 21: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Schilddrüse in der Literatur und in unserer Studie.	58
Tab. 22: Sensitivität und Spezifität und diagnostische Treffsicherheit der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren im thorakalen Bereich in der Literatur und in unserer Studie.	59
Tab. 23: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Leber in der Literatur und in unserer Studie.	60
Tab. 24: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren des Pankreas in der Literatur und in unserer Studie.	61
Tab. 25: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren von Lymphknoten in der Literatur und in unserer Studie.	62
Tab. 26: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren des Retroperitoneums in der Literatur und in unserer Studie.	63
Tab. 27: Sensitivität und Spezifität der ultraschallgezielten Aspirationspunktionen bei malignen Tumoren der Sonstigen Organe (Bauchdecke, Gastrointestinaltrakt, Harnblase, Adnexe, Extremitätenweichteile, Milz) in der Literatur und in unserer Studie.	63
Tab. 28: Komplikationsrate bei ultraschallgezielten Aspirationspunktionen erhoben durch die DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) und in unserer Studie	65
Tab. 29: Sensitivitäten und Spezifitäten bei der Erkennung maligner Prozesse mittels Fein- bzw. Grobnadelpunktion in der Literatur.	67
Tab. 30: Heilungs-, Komplikations- und Letalitätsrate bei Aspirationspunktionen von Leber- und Milzabszessen in unserer Studie im Vergleich mit der Literatur.	69

Tab. 31: Rate der kompletten Remission von Pankreaspseudozysten nach Aspirationspunktionen unserer Studie im Vergleich mit der Literatur.	71
---	----

10 Bildverzeichnis

Bild 1: Benötigtes Material für eine Aspirationspunktion.....	74
Bild 2: Picker International 3,5 Biopsy Linearscanner.....	74
Bild 3: Ausmessen der Tiefe, in der der raumfordernde Prozess lokalisiert ist	75
Bild 4: Markierung der Punktionsstelle auf dem Körper des Patienten	75
Bild 5: Setzen der Lokalanästhesie mit Ultracain® 1%	76
Bild 6: Länge der Punktionsnadel, bis zur Tiefe der Raumforderung, einstellen	76
Bild 7: Einstellen der Raumforderung mit dem Punktionsschallkopf.....	77
Bild 8: Einführen der Punktionsnadel durch den Punktionsschallkopf bis zur Raumforderung.....	77
Bild 9: Aspiration mit der Punktionsnadel	78
Bild 10: Raumforderung der Leber und Schallschatten der Punktionsnadel.....	78
Bild 11: Auftragen des aspirierten Materials auf Objektträger	79
Bild 12: Gabe eines Teils des aspirierten Materials in einen Eppendorf®-Tube	79

Ιπποκρατιος Ορκος

Ομνυμι Απολλωνα ιητρον και Ασκληπιον και Υγιειαν και Πανακειαν και θεους παντας τε και πασας, ιστορας ποιευμενος, επιτελεα ποιησειν κατα δυναμιν και κρισιν εμην ορκον τονδε και συγγραφην τηνδε;

Ηγησασθαι τε τον διδασξαντα με την τεχνην ταυτην ισα γενετησιν εμοισι, και βιου κοινωσασθαι, και χρεων χρηιζοντι μεταδοσιν ποιησασθαι, και γενος το εξ αυτου αδελφεις ισον επικρινειν αρρεσι, και διδασειν την τεχνην ταυτην, ην χρηιζωσι μανθανειν, ανευ μισθου και συγγραφης, παραγγελιης τε και ακροησιος και της λοιπης απασης μαθησιος μεταδοσιν ποιησασθαι υιοισι τε εμοισι και τοισι του εμε διδασξαντος, και μαθητησι συγγεγραμμενοις τε και ωρκισμενοις νομω ιητρικω, αλλω δε ουδενι.

Διαιτημασι τε χρησομαι επ ωφελειη καμνοντων κατα δυναμιν και κρισιν εμιν επι δηλησει δε και αδικη ειρξειν.

Ου δωσω δε ουδε φαρμακον ουδενι αιτηθεις θανασιμον, ουδε υφηγησομαι συμβουλιην τοιηνδε; ομοιως δε ουδε γυναικι πεσσον φθοριον δωσω.

Αγνωσ δε και οσιως διατηρησω βιον τον εμον και τεχνην την εμην.

Ου τεμεω δε ουδε μην λιθιωντας, εκχωρησω δε εργατησιν ανδρασι πρηξιος τησδε.

Ες οικιας δε οκοσας αν εσιω, εσελευσομαι επ ωφελειη καμνοντων, εκτος εων πασης αδικιης εκουσιης και φθοριης της τε αλλης και αφροδισιων εργων, επι τε γυναικειων σωματων και ανδρειων, ελευθερων τε και δουλων.

Α δ'αν εν θεραπειη η ιδω η ακουσω, η και ανευ θεραπειης κατα βιον ανθρωπων, α μη χρη ποτε εκλαλεεσθαι εξω, σιγησομαι, αρρητα ηγευμενος ειναι τα τοιαυτα.

Ορκον μεν ουν μοι τονδε επιτελεα ποιουντι και μη συγχεοντι ειη επαυρασθαι και βιου και τεχνης δοξαζομενω παρα πασιν ανθρωποις ες τον αιει χρονον, παραβαινοντι δε και επιορκεοντι ταναντια τουτων.

Akademische Lehrer

Meine *Akademischen Lehrer an der Universität Rostock* waren die Damen und Herren:
Beleites, Blank, Börner, Brehmer, Brock, Eckermann, Gerber, Meyer-Probst, Pfeiffer,
Richter, Tessenow, Ulfig, Vogel, Wree.

Meine *Akademischen Lehrer an der Philipps-Universität Marburg* waren die Damen
und Herren:

Arnold, Baum, Barth, Berger, Bertalanffy, Blankenburg, Christiansen, Eschenbach,
Fuhrmann, Ganz, Görg, Gotzen, Gressner, Griss, Gröne, Habermehl, Happle, Have-
mann, Hesse, Hilgermann, Hoffmann, Joseph, Kalbfleisch, Kälble, Klose, Klenk, Kraus,
Kretschmer, Kroll, Lennartz, Maisch, Moosdorf, Oertel, Ramaswamy, Remschmidt,
Rothmund, Schäfer, Schmitz-Moormann, Schüffel, Seifart, Slenczka, Stiletto, Stinner,
Thomas, Vohland, von Wichert, Werner, Zwiebel

Meine *Akademischen Lehrer an dem Städtischen Klinikum Pforzheim (Lehrkranken-
haus der Universität Heidelberg)* waren die Herren:

Arbogast, Dörstelmann, Heinrich, Herzer, Kühl, Riedl, Theilmann, Widmann, Wüst,
Zimmermann

Meine *Akademischen Lehrer im Kreisspital Männedorf (Lehrkrankenhaus der Universi-
tät Zürich)* waren die Herren:

Hollinger, Vollenweider

Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. C. Görg danke ich für die Überlassung, Geduld und gute Betreuung der Arbeit. Des Weiteren möchte ich mich bei Frau Dr. med. I. Restrepo für die anfängliche Betreuung bedanken.

Ich möchte meinen Eltern ganz herzlich danken, dass sie mir dieses Studium ermöglicht haben und mich vor allem in schwierigen Zeiten sehr liebevoll und aufbauend unterstützt haben. Meiner Schwester Alexandra und meinem Freund Jan Lepper möchte ich ebenfalls für Verständnis, Unterstützung und vor allem Geduld danken.

Einen ganz herzlichen Dank spreche ich außerdem meiner Freundin Frau Dipl.-Psych. Dr. med. A. Weirauch für die Hilfe bei der Korrektur der Arbeit aus.

Ferner danke ich den Herren PD Dr. P. Barth und R. Hansen aus dem Pathologischen Institut für die Vervollständigung einiger zytologischer sowie histologischer Daten.